

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Mašīnzinību, transporta un aeronautikas fakultāte
Aeronautikas institūts

Ruta Bogdane

Doktora studiju programmas “Transports” doktorante

**LIDOJUMU DROŠĪBAS LĪMEŅA LIKUMSAKARĪBU AR
RAŽOŠANAS FAKTORIEM AVIOKOMPĀNIJĀ ANALĪZES
MODEĻA IZSTRĀDE**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
profesors *Dr. habil. sc. ing.*
VLADIMIRS ŠESTAKOVŠ

Rīga 2019
RTU Izdevniecība

Bogdane, R. Lidojumu drošības līmeņa likum-
sakarību ar ražošanas faktoriem aviokompānijā
analīzes modeļa izstrāde. Promocijas darba
kopsavilkums. Rīga: RTU Izdevniecība, 2019.
51 lpp.

Iespiests saskaņā ar promocijas padomes “RTU P-
22” 2018. gada 21. jūnijā lēmumu, protokols
Nr. 05/2018.

ISBN 978-9934-22-240-5 (print)
978-9934-22-241-2 (pdf)

PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2019. gada 30. aprīlī. Rīgas Tehniskās universitātes Mašīnzinību, transporta un aeronautikas fakultātes Aeronautikas institūtā, Lauvas ielā 8, 218. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesors *Dr. habil. sc. ing.* Mārtiņš Kleinhofs,
Rīgas Tehniskā Universitāte, Latvija

Asoc. profesors *Dr. sc. ing.* *Eduardas Lasauskas*,
Aeronavigācijas departamenta vadītājs,
Antana Gustaiša Aviācijas institūts,
Viļņas Ģedimīna tehniskā universitāte, Lietuva

Profesors *Dr. habil. sc. ing.* Aleksandrs Andronovs,
Transporta un sakaru institūts, Latvija

APSTIPRINĀJUMS

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

Ruta Bogdane (paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, tajā ir ievads, četras nodaļas, secinājumi, literatūras saraksts, 25 attēli, 12 tabulu, kopā 98 lappuses. Literatūras sarakstā ir 124 nosaukumi.

SATURS

| | |
|---|-----------|
| DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS..... | 7 |
| 1. LIDOJUMA DROŠĪBAS NODROŠINĀŠANAS MŪSDIENU PRASĪBU ANALĪZE..... | 11 |
| 1.1. Risku vispārējs raksturojums | 11 |
| 1.2. Riska jēdziens saistībā ar civilo aviāciju | 12 |
| 1.3. Riska kategorijas pēc bīstamības pakāpes | 13 |
| 1.4. Riska novērtēšanas metožu analīze..... | 14 |
| 1.4.1. Reaktīvā pieeja aviācijas atgadījumu novēršanai | 15 |
| 1.4.2. Proaktīvā pieeja aviācijas atgadījumu novēršanai | 15 |
| 1.4.3. Prognozējošā pieeja aviācijas atgadījumu novēršanai | 16 |
| 2. PROCESA PIEEJA RISKU NOVĒRTĒŠANAI, IEKAITOT EKONOMISKOS RISKUS, LIDOJUMA DROŠĪBAS NODROŠINĀŠANAI AVIOKOMPĀNIJĀ..... | 19 |
| 2.1. Aviokompānijas Informācijas Risku Sistēmas (IRS) izstrāde | 19 |
| 2.2. Lidojuma drošības kvantitatīvo rādītāju noteikšana, pamatojoties uz IRS..... | 21 |
| 3. KVALITĀTES MODEĻA IZSTRĀDE, ŅEMOT VĒRĀ LIDOJUMU DROŠĪBAS LĪMENI..... | 25 |
| 3.1. Aviokompānijas kvalitātes modelis mijiedarbībā ar aviokompānijas kvantitatīvajiem darbības rezultātiem | 25 |
| 3.2. Rādītāju izmaiņu attīstības modeļa izstrāde, pamatojoties uz procesa pieeju | 27 |
| 3.3. Rādītāju kvantitatīvais novērtējums..... | 30 |
| 3.4. Kvalitātes noteikšanas metodika, ņemot vērā lidojumu drošības līmeni, pamatojoties uz faktu analīzi..... | 29 |
| 3.4.1. Rādītāju ranžēšana, kas raksturo aviokompānijas darbības režīmu noteiktā laika periodā | 29 |
| 3.4.2. Standarta (etalona) reitinga rādītāju izstrāde | 30 |
| 3.4.3. Metodikas izstrāde, lai novērtētu atšķirības starp faktiskajiem un normatīvajiem rādītājiem | 31 |
| 4. PIEDĀVĀTĀS METODIKAS APROBĀCIJA, PAMATOJOTIES UZ SIA “AIRLINES” DATIEM | 33 |
| 4.1. Aviokompānijas vispārīgais raksturojums | 33 |
| 4.2. Aviokompānijas darbības plānošanas modeļa izstrāde, ņemot vērā ekonomisko rādītāju savstarpējo attiecību mehānismu un lidojumu drošības līmeni | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.1. Likumsakarību mehānisms starp lidojumu drošības līmeni un aviokompānijas ekonomiskajiem rādītājiem..... | 35 |
| 4.2.2. Aviokompānijas integrētās vadības sistēmas operatīvā ietekmes modeļa izstrāde . | 36 |
| 4.2.3. Izstrādātās plānošanas metodoloģijas aprobācija | 39 |
| 4.3. Integrētās vadības sistēmas kvalitātes novērtēšanas metodoloģijas izstrāde un tās ietekme uz aviokompānijas konkurētspēju..... | 39 |
| SECINĀJUMI..... | 42 |
| LITERATŪRAS SARAKSTS..... | 43 |
| DARBĀ IZMATOTIE SAĪSINĀJUMI..... | 51 |

DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS

Tēmas aktualitāte

Aviokompānijas galvenais mērķis ir nodrošināt konkrēta maršruta aviopārvadājumus ar minimāliem materiāliem, enerģijas un laika zaudējumiem, nenodarot kaitējumus pārvadājumu dalībniekiem un apkārtējai videi, saglabājot pārvadājumu objektus (kvalitātes un kvantitātes ziņā), kā arī nepieļaujot tehnisko līdzekļu un gaisa kuģu bojājumus vai to bojāeju, ieskaitot infrastruktūru un citus īpašumus, kas ir iesaistīti pārvadāšanas procesā. Lai sasniegtu šo mērķi, pirmkārt, ir jānodrošina augsts lidojuma drošības līmenis.

No 2013. gada spēkā stājās *ICAO* prasības par lidojuma drošības sistēmas ieviešanu civilās aviācijas darbībā, kas ir balstīta uz risku analīzi, risku novērtēšanu un pasākumu veikšanu to samazināšanai līdz pieņemamam līmenim, un to kontrole. Tomēr līdz šim nav izveidota vienota pieeja risku pārvaldībai drošības jautājumos aviokompānijā, un vadlīnijas *ICAO* dokumentos nav pietiekamas, lai izveidotu efektīvu lidojumu drošības sistēmu. Tādējādi katra aviokompānija meklē savu ceļu, lai atrisinātu problēmu, izstrādājot savu metodoloģiju un tās ieviešanas līdzekļus, pamatojoties uz starptautisko organizāciju un Eiropas aviācijas drošības organizācijas (*EASA*) ieteikumiem, kā arī izmantojot citu kompāniju vai aviācijas nozares praksi pasaulē.

Riska vadība civilās aviācijas lidojumu drošības jomā ir samērā jauns darbības virziens. Būtisks pētījums šajā jomā tika veikts šī gadsimta sākumā. Ir diezgan grūti izmantot riska vadības pieredzi, kas uzkrāta citās darbības jomās, jo civilās aviācijas nozarei ir būtiskas iezīmes, kas ir atšķirīgas no citām nozarēm.

Šajā darbā autore analizē dažādus šīs problēmas risinājumus un piedāvā savu pieeju lidojuma drošības jomā.

Vienlaikus tiek veikta arī aviokompānijas darbības riska faktoru analīze, kas tradicionāli tiek iedalīta trijās kategorijās:

- apkārtējās vides faktori;
- tehniskie faktori;
- cilvēkfaktori.

Veiktajā pētījumā tiks pievienota ceturrtā kategorija – ekonomiskā faktoru grupa. Tā ietver tādus faktorus kā gaisa satiksmes kvantitatīvie rezultāti, aviokompānijas budžeta stāvoklis, infrastruktūras izmaksas aviokompānijai un gaisa kuģu parkā, algas dažādām darbinieku kategorijām utt. Visi šie faktori ir iekļauti aviokompānijas lidojuma drošības sistēmā, kas ir balstīta uz riskiem.

Promocijas darba mērķis

Aviokompānijā izstrādāt lidojuma drošības sistēmu uz risku pamata, ieskaitot ekonomiskos riskus.

Uzdevumi

Lai sasniegtu šo mērķi, darbā jārisina vairāki galvenie uzdevumi.

1. Aviokompānijas vadības sistēmas analīze dažādās tās darbības jomās un to mijiedarbība (kvalitāte, lidojumu drošība, vides drošība, pakalpojumu sniegšana, darbaspēks utt.), lai konstatētu novirzes uzņēmuma darbībā.

2. Lidojumu drošības **informācijas risku sistēmas (IRS)** izstrāde, kas ietver visus risku veidus, ieskaitot ekonomiskos riskus, un lidojumu drošības kvantitatīvo rādītāju novērtēšanas modeļa izstrāde aviokompānijā.
3. Aviokompānijas kvalitātes modeļa izstrāde un savstarpējās saiknes starp lidojumu drošības un ekonomisko faktoru analīzes metodikas izveide.
4. Aviokompānijas darbu plānošanas modeļa izstrāde, ņemot vērā ekonomisko un drošības līmeņa rādītāju savstarpējo sabalansēšanu.
5. Aviokompānijas lidojumu drošības un konkurētspējas mijiedarbības novērtēšanas metodoloģijas izstrāde.
6. Izstrādāto modeļu testēšana aviokompānijā.

Izpētes objekts – aviokompānijas lidojumu drošības vadības sistēma.

Izpētes priekšmets – aviokompānijas lidojuma drošības vadības modelis, kas ir bāzēts uz riskiem, ieskaitot ekonomiskos.

Izpētes vieta – aviokompānija sabiedrība ar ierobežotu atbildību (SIA) “Airlines” (pētījumā pieņemtais nosaukums).

Pētīšanas metodes

Pētījumā izmantotas šādas zinātniskās metodes:

- matemātiskā modelēšana;
- varbūtības teorija;
- statistisko datu apstrāde, izmantojot *Microsoft Office Excel 2016* programmatūru;
- ekspertu novērtējums.

Uzdevumu risināšanā izmantotie teorētiskie un metodoloģiskie līdzekļi

- Zinātnieku ieguldījums vadības teorijā, lēmumu pieņemšanas un vadības sistēmu efektivitāte, mārketinga metodes, vadība, analīzes un sintēzes metodes, ekonomiskie un matemātiskie modeļi.
- Aviokompānijas sistemātiska struktūras analīze, funkcionēšana un attīstība.
- Semiotiskā un matemātiskā uzņēmuma vadības procesu modelēšana.
- Metodes risku novērtēšanai: *IATA (IOSA)*, *SHELL*, *DEMATEL*.
- *ICAO*, *IATA*, *EASA*, *ISO*, *CAA* dokumenti, kā arī SIA “Airlines” statistikas dati un dokumenti.

Zinātniskā novitāte

- Aviokompānijas neatbilstību novērtēšanas metodes un to iekļaušana drošības vadības sistēmā.
- Aviokompānijas lidojumu drošības informācijas risku sistēmas modelis, kas ietver ekonomiskos rādītājus.
- Transporta pakalpojumu kvalitātes līmeņa un aviokompānijas ekonomisko rādītāju attiecību analīzes metodes.
- Vadības modeļa, organizācijas un darba plānošana, ņemot vērā ekonomisko rādītāju attiecību pret drošības līmeņa rādītājiem.

Praktiskā nozīme

Izstrādāto modeļu ieviešana praksē ļaus aviokompānijas darbībā:

- 1) nodrošināt atbilstošu gaisa pārvadājumu kvalitāti augstā drošības līmenī un reisu regularitāti;
- 2) identificēt aviokompānijas perspektīvas un attīstības veidus;
- 3) kvalitatīvi un kvantitatīvi novērtēt un koordinēt departamentu darbību;
- 4) samazināt ekonomiskos zaudējumus, pilnveidojot visas aviokompānijas darbību.

Aizstāvāmās tēzes

- Lidojumu drošības novērtēšanas modelis, kas balstās uz riskiem, ieskaitot ekonomiskos.
- Aviokompānijas lidojumu drošības informācijas risku sistēmas modelis.
- Kvalitātes un lidojumu drošības līmeņa savstarpējo likumsakarību ar ekonomiskajiem rādītājiem analīzes metodes aviokompānijā.
- Kvalitātes un konkurētspējas novērtēšanas metodes aviokompānijā, ieskaitot lidojumu drošības rādītājus mijiedarbībā ar ekonomiskajiem rādītājiem.

Darba rezultāti

- Izstrādāta aviokompānijas lidojuma drošības nodrošināšanas sistēmas koncepcija un tās informācijas bāzes modelis, kas ir statistiska ierīce un ir paredzēta, lai apkopotu un analizētu neatbilstību statistiku saistībā ar aviokompānijas sniegtiem pakalpojumiem un personālu attiecībā pret kompānijas darbības rezultātiem un lidojuma drošības līmeni, kā arī kvantitatīvo lidojumu drošības rādītāju novērtēšanas modelis, kas balstīts uz aviokompānijas integrētās vadības sistēmas informācijas bāzes un pārbaudīts SIA “Airlines” aviokompānijā.
- Izstrādāts kvalitātes savstarpējo attiecību modelis, kur galvenais ir lidojumu drošības līmenis ar aviokompānijas darbības kvantitatīvajiem rezultātiem. Nedefinēti aviokompānijas darbības procesi, un, pamatojoties uz to analīzi, iegūta optimāla to darbības rezultātu izmaiņu attiecība noteiktā laika intervā.
- Izstrādāda rādītāju mijiedarbības analīzes metodika, kas nosaka kvalitātes līmeņa savstarpējo saistību ar aviokompānijas ekonomiskajiem rādītājiem, kā arī rādītāju sistēma, kas raksturo aviokompānijas darbību attiecīgā laika periodā un to ranžēšanas pamatprincipus, kā arī šo rādītāju normatīvi (etaloni). Izstrādāta metodika, lai novērtētu atšķirību starp faktiskiem un normatīviem rādītājiem, kā arī integrētās kvalitātes vadības sistēmas lidojuma drošības līmeņa novērtēšanas kritēriji.
- Izstrādāto modeļu aprobācija, pamatojoties uz aviokompānijas SIA “Airlines” darbības rezultātiem, liecina, ka iemesli, kāpēc faktiskie rādītāji nesakrīt ar normatīvo (etalonu), ir pietiekami precīzi, informatīvi un ticami. Tas ļauj noteikt tādas ekonomisko nosacījumu un rādītāju izmaiņas, kas saistītas ar zināmu lidojumu drošības līmeņa samazināšanos, kā arī:
 - identificēt ekonomiskos rādītājus, kas samazina lidojumu drošības līmeni;
 - identificēt tendences, ekonomiskos rādītājos, kas samazina lidojumu drošības līmeni;
 - noteikt ekonomiskos rādītājus, mainot attiecības starp investīcijām un transporta produktu ražošanas izmaksām, kas uzlabotu lidojumu drošības līmeni.

- Izstrādāts un pārbaudīts aviokompānijas darba plānošanas modelis, ņemot vērā ekonomisko rādītāju un lidojumu drošības līmeņa attiecības, kas ietver operatīvo ietekmi uz aviokompānijas integrētās vadības sistēmas procesiem.
- Pētījums apstiprināja teorētiski svarīgu sakarību: jo tuvāk faktiskie rādītāji D_1 , D_2 , D_3 attiecībā pret normatīvo (lielāks korelācijas līmenis starp tiem), jo lielāks ir lidojuma drošības līmenis. Šīs sakarības ekonomiskā būtība ir šāda: jo proporcionālāk tiek sadalīti ekonomiskie rādītāji, lai attīstītu materiālu tehnisko bāzi (D_2) un aviokompānijas darbību resursu sadalē un izmantošanā (D_3), jo augstāka ir kvalitāte un lidojuma drošība.

Pētījuma rezultātu precizitāte

Visi iegūtie pētījumu rezultāti ir balstīti uz autores praktiskiem aprēķiniem, normatīvām prasībām un aviokompānijas dokumentiem.

Autores izstrādātie matemātiskie modeļi, metodes, algoritmi, diagrammas un organizatoriskās struktūras ir praksē pārbaudītas un ieviestas metodiskos un normatīvos dokumentos, ņemot vērā aviokompāniju standartus, citu aviokompāniju praksi, tostarp starptautiskās aviokompānijas.

Darba aprobācija

Darbs ir prezentēts **trīs** starptautiskās zinātniskās konferencēs Polijā, Lietuvā un Latvijā, sešās publikācijās **trīs** zinātniskos žurnālos.

Starptautiskās zinātniskās konferences

1. Riga Technical University 58th Scientific International Conference, Riga (Latvia) 12–15 October 2017, “Process approach to ensure safety in an airline”, R. Bogdane.
2. Riga Technical University 58th Scientific International Conference, Riga (Latvia) 12–15 October 2017, “Development of a Model for Improving the Flight Safety System in the Airline“, R. Bogdane.
3. Conference on scientific aspects concerning operation of manned and unmanned aerial vehicles, Deblin (Poland), May 20–22, 2015, “Improving safety and regularity of flights in airline based on aircraft’ technical operation processes improvements”, R. Bogdane.
4. 11th International Conference “Research and education in aircraft design”, Vilnius (Lithuania), 15–17 October 2014, “Process approach to airline flight safety”, R. Bogdane.
5. Riga Technical University 55th Scientific International Conference, Riga (Latvia) 17 October 2014, “Assessment of the efficiency of the management system for preparing aircraft for the flight in emergency situations”, R. Bogdane.

Publikācijas

1. Bogdane R., Gorbačovs O., Sestakovs V., Arandas I. “Development of a model for assessing the level of flight safety in an airline using concept of risk”. *Procedia Computer Science*, 2019, in Press, pp. 1–10. SCOPUS. ISSN: 1877-0509. DOI information: 10.1016/j.procs.2019.01.150
2. Bogdane R., Bitins A., Sestakovs V., Yasaretne Bandara Dissanayake. “Airlines Quality Assessment Methodology Taking Into account the flight safety level based on factor

- analysis". *Transport and Aerospace Engineering*. Nr. 6, 2018, 15.–21. lpp. ISSN 2255-968X. e-ISSN 2255-9876. Pieejams: doi:10.2478/tae-2018-0002.
3. Bogdane R., Yasaretne Bandara Dissanayake, Anderasone S., Bitins A. "Development of an Information Database for the Integrated Airline Management System (IAMS)". *Transport and Aerospace Engineering*. Nr. 4, 2017, 11.–21.lpp. ISSN 2255-968X. e-ISSN 2255-9876. Pieejams: doi:10.1515/tae-2017-0002.
 4. Sigurdur Hrafn Gislason, Bogdane R., Vasiļevska-Nesbita I. "Fatigue Monitoring Tool for Airline Operators (FMT)". *Transport and Aerospace Engineering*, doi: 10.1515/tae-2017-0020.
 5. Bogdane R., Šestakovs, V. "Development of Mathematical Model of Integrated Management System for an Airline". In: 4. Starptautiskā zinātniskā konference "Transporta sistēmas, loģistika un inženierija-2016": rakstu krājums, Latvia, Rīga, 30 Jun–1 Jul., 2016. Rīga: Rīgas aeronavigācijas institūts, 2016, pp. 5–12.
 6. Bogdane R., Šestakovs V., Dencic, D. "Development of the Mathematical Model of Integrated Management System for an Airline". *Transport and Aerospace Engineering*. Nr. 3, 2016, 44.–51.lpp. ISSN 2255-968X. e-ISSN 2255-9876. Pieejams: doi:10.1515/tae-2016-0006.
 7. Sigurdur Hrafn Gislason, Bogdane R., Vasiļevska-Nesbita I. "Aviation Crew Recovery Experiences on Outstations". *Transport and Aerospace Engineering*, doi: 10.1515/tae-2016-0010.
 8. Bogdane R., Vaivads A., Dencic D. "Evaluation of Management System Effectiveness in the Preparation of the Aircraft for Flight in Faulty Conditions". *Transport and Aerospace Engineering*, doi: 10.1515/tae-2015-0002, 2015/2.

Darba struktūra

Darbā ir ievads, četras nodaļas, secinājumi, literatūras saraksts, 25 attēli, 12 tabulu, 98 lappuses, 124 literatūras atsauces.

1. nodaļa. Lidojuma drošības nodrošināšanas mūsdienu prasību analīze. Šajā nodaļā, pamatojoties uz mūsdienu lidojumu drošību prasību un praktisko pieeju analīzi, autore piedāvā savu pieeju, pamatojoties uz riska novērtējumu, tostarp ekonomiskos riskus.

2. nodaļa. Procesa pieeja risku novērtēšanai, ieskaitot ekonomiskos riskus, lidojuma drošības nodrošināšanai aviokompānijā. Šajā nodaļā ir parādīts procesa pieejas modelis lidojumu drošības nodrošināšanai aviokompānijā, riska informācijas sistēmas struktūra un lidojuma drošības līmeņa novērtēšanas metodes.

3. nodaļa. Kvalitātes modeļa izstrāde, ņemot vērā lidojumu drošību līmeni. Šajā nodaļā ir izstrādāts aviokompānijas lidojuma drošības mijiedarbības modelis ar ekonomiskajiem rādītājiem noteiktā laika periodā.

4. nodaļa. Piedāvātās metodikas aprobācija, pamatojoties uz SIA "Airlines" datiem. Šajā nodaļā sniegti izstrādāto modeļu aprobācijas rezultāti, pamatojoties uz SIA "Airlines" datiem.

Secinājumi. Šajā nodaļā publicēti secinājumi par veikto pētījumu rezultātiem un to rezultātu aprobācija aviokompānijas praktiskajās darbībās.

1. LIDOJUMA DROŠĪBAS NODROŠINĀŠANAS MŪSDIENU PRASĪBU ANALĪZE

Lidojumu drošības nodrošināšana civilajā aviācijā ir balstīta uz aviācijas atgadījumu (nelaimes gadījumu), incidentu un īpašo situāciju jēdzienu izmantošanu, to rašanās cēloņu noteikšanu, pamatojoties uz izmeklēšanas rezultātiem, informācijas izpēti ar objektīvās kontroles līdzekļu palīdzību utt. Tomēr aviācijas negadījumu un incidentu izmeklēšanas pieredze rāda, ka pirms to iestāšanās bija vairākas brīdinājuma zīmes aviokompānijā riska faktoru veidā, piemēram, sniegto pakalpojumu un personāla veikto darbību novirzes no normatīvajām prasībām.

ICAO dokumenti, kas stājās spēkā 2013. gadā, lidojuma drošību definē kā “stāvokli, kurā ar aviācijas darbībām saistītie riski tiek samazināti līdz pieņemamam līmenim un tiek kontrolēti”.

Lai realizētu aviokompānijas galveno uzdevumu – “nodrošināt atbilstošu lidojumu drošības līmeni”, ir jāveic nepieciešamās darbības, lai analizētu un novērtētu, kā arī samazinātu riskus līdz pieņemamam līmenim un kontrolētu tos. Tas nozīmē, ka ir nepieciešama sistemātiska pieeja, lai aviokompānijā identificētu un analizētu visus iespējamus riska faktorus un īstenotu pasākumus, kas nepieciešami, lai samazinātu tos un tādējādi paaugstinātu lidojumu drošības līmeni.

Tajā pašā laikā *ICAO* izstrādā vispārējas vadlīnijas riska novērtēšanas jautājumiem, un katra aviokompānija var piemērot savas metodes.

Izmantojamās riska metodes tiek aprakstītas aviokompānijas dokumentācijā, to saskaņošana ar civilās aviācijas autoritātēm ir obligāta.

Līdz šim nav izstrādāta un noteikta vienota pieeja riska pārvaldībai, lai nodrošinātu lidojuma drošību aviokompānijā, un *ICAO* dokumenti nav pietiekami, lai izveidotu efektīvu lidojumu drošības sistēmu.

Tādējādi katra aviokompānija meklē savu ceļu, lai atrisinātu problēmu, izstrādājot savu metodoloģiju un tās ieviešanas līdzekļus, pamatojoties uz starptautisko organizāciju un Eiropas aviācijas drošības organizācijas (*EASA*) ieteikumiem, kā arī izmantojot citu kompāniju vai aviācijas nozares prakses pasaulē.

1.1. Risku vispārējs raksturojums

Patiesībā riski ir sastopami visās cilvēka dzīves jomās. Riska jēdziens ir cieši saistīts ar cilvēka dzīvības pamatprocesiem. Mūsdienās riska terminoloģijas formulēšanā nav vienotības. *ICAO* drošības vadības rokasgrāmatā risks tiek definēts vairākos veidos.

Tiek pieņemts, ka risks kā matemātisks lielums saskaņā ar *ICAO* ir paredzamais apdraudējuma līmenis attiecīgajam notikumam. Risks nav varbūtība. Lidojumu drošības teorijas galvenais uzdevums ir prognozēt katastrofas iespējamību ar varbūtību “gandrīz nulle”.

Saskaņā ar *ICAO* datiem lidojumu drošības līmenis ir katastrofālo situāciju skaits vienā lidojuma stundā vai lidojumā.

Tajā pašā laikā saskaņā ar lidojumderīguma standartiem katastrofālā situācijā cilvēku dzīvības glābšana tiek novērtēta kā gandrīz neiespējams notikums, kas kvantitatīvi tiek izteikts kā viens notikums uz vienu miljardu lidojuma stundu (10^{-9} lidojuma stundas).

Civilās aviācijas radītos zaudējumus var izteikt ne tikai materiālā veidā. Tas varētu arī būt lidojumu drošības līmeņa samazinājums, lidojumu drošības nenodrošināšana, aviokompānijas konkurētspējas samazināšanās u. c.

Tādējādi, novērtējot risku saistībā ar konkrētu apdraudējumu, ir jāņem vērā gan bīstamās situācijas varbūtība, gan iespējamo sekū smaguma pakāpe.

Riska vadība civilās aviācijas lidojumu drošības jomā ir samērā jauns darbības virziens. Būtisks pētījums šajā jomā tika veikts šī gadsimta sākumā.

Ir diezgan grūti izmantot riska vadības pieredzi, kas uzkrāta citās darbības jomās, jo civilās aviācijas nozarei ir būtiskas iezīmes, kas ir atšķirīgas saistībā ar:

- aviācijas transporta sistēmas (ATS) sarežģītību;
- lielu nenoteiktību attiecībā uz ārējiem apdraudējumiem;
- cilvēku īpašo un daudzveidīgo lomu civilajā aviācijā;
- civilās aviācijas globālo raksturu.

Tas nozīmē, ka attiecībā uz riska jēdziena izmantošanu, lai nodrošinātu lidojumu drošību aviokompānijā, ir jāpiemēro konkrēta specifika.

1.2. Riska jēdziens saistībā ar civilo aviāciju

Ir četri nevēlamu atgadījumu veidi aviācijā, ņemot vērā iespējamās riska faktoru īstenošanas sekas lidojumā:

- katastrofa (negadījums ar cilvēka upuriem (dzīvības zaudēšana));
- avārijas;
- nopietns incidents;
- incidents.

Visiem šiem nevēlamu atgadījumu veidiem *ICAO* nosaka kvantitatīvo rādītāju “1 : 10 : 30 : 600”, kas norāda, ka faktori, kas veicina smagāku notikumu rašanos, var būt simtiem mazāk smagu atgadījumu rezultāts, un tos var identificēt pirms smaga nelaimes gadījuma rašanās (1.1. att.).

Gadījumā, ja tiek ņemtas vērā visas iespējamās novirzes aviokompānijas personāla un aviokompānijas sniegto pakalpojumu darbībās, *ICAO* nevēlamo atgadījuma piramīdu papildina vēl viens līmenis, ko dēvē par pārējo negatīvo notikumu līmeni (1.2. att.).

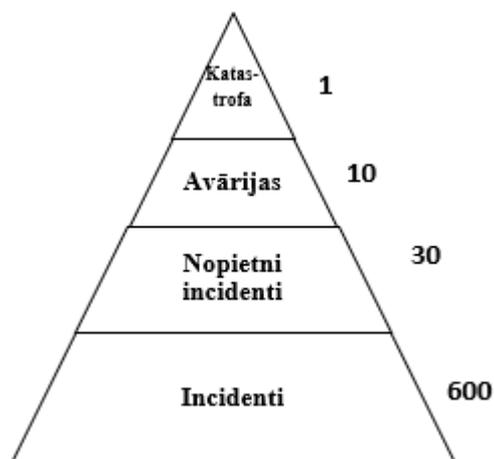
Visgrūtākais ir tādu riska faktoru identificēšana, kas ir iekļauti pārējo negatīvo notikumu līmenī. Informācija par šiem atgadījumiem centralizētā veidā parasti nav pieejama.

Tajā pašā laikā aviokompānijas pašreizējais tehniskā aprīkojuma līmenis ļauj identificēt neatbilstības praktiski visos aviokompānijas procesos un aviokompānijas personāla veiktajās rīcībās.

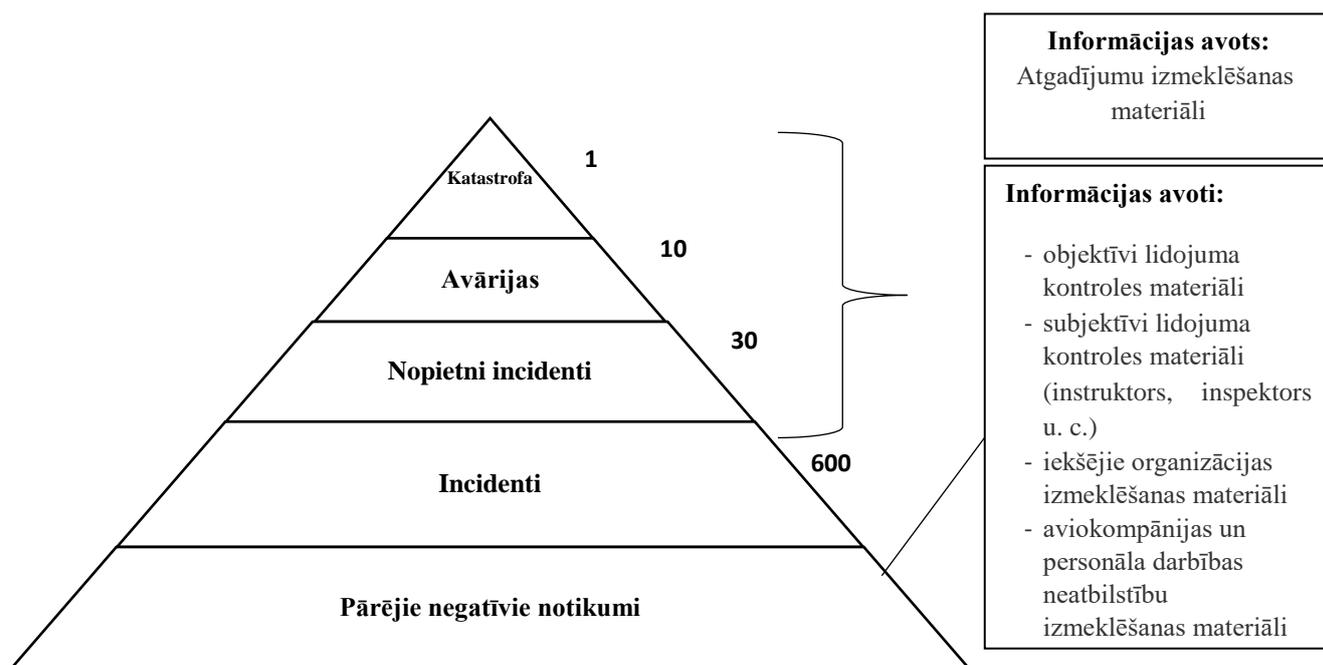
Taču daudzās aviokompānijās šī informācija nav pieejama, jo to ir grūti analizēt un uzglabāt lielo datu apjomu dēļ, jo īpaši, ja tie ir pieejami papīra veidā.

Tātad varam secināt, ka aviokompānijas visu procesu un personāla veikto darbību rezultātā radušās neatbilstības ir nepietiekami izpētītas, bet veiktie preventīvie pasākumi nav pietiekami

efektīvi. Lai risinātu šos jautājumus, ir nepieciešams apzināt aviokompānijas esošos apdraudējumus un veikt visu iespējamo risku vākšanu, uzskaiti un to izmantošanu lidojuma drošības sistēmas vadībā.



1.1. att. ICAO atgadījuma piramīda.



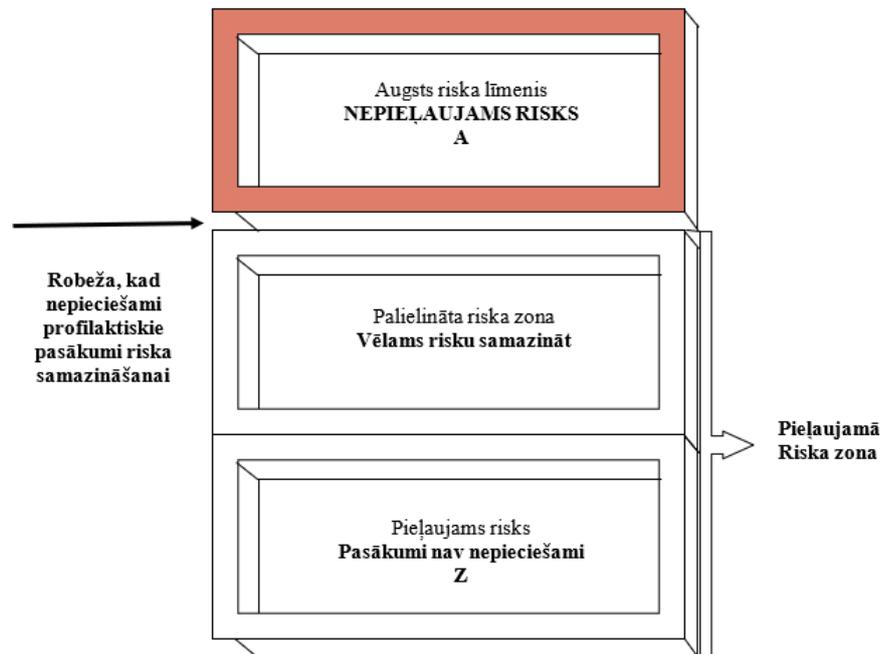
1.2. att. ICAO piramīda: atgadījumi aviācijā.

1.3. Riska kategorijas pēc bīstamības pakāpes

Visus iespējamus riskus atkarībā no bīstamības pakāpes parasti iedala šādās kategorijās (1.3. att.):

- nepieņemami riski: augsta līmeņa riski (A);
- pieļaujami riski: zema līmeņa riski (Z);

- riska līmenis starp nepieņemami riski (augsta līmeņa riski (A)) un pieļaujami riski (zema līmeņa riski (Z)), kad ir jāņem vērā kompromisa situācijas starp riska līmeņiem.



1.3. att. Risku iedalījums atkarībā no bīstamības pakāpes.

Ja riska faktori nav pieņemami, tiek mēģināts samazināt riska līmeni līdz pieņemamam līmenim. Ja nav iespējams samazināt risku līdz pieņemamam līmenim, risku var uzskatīt par pieņemamu, ja:

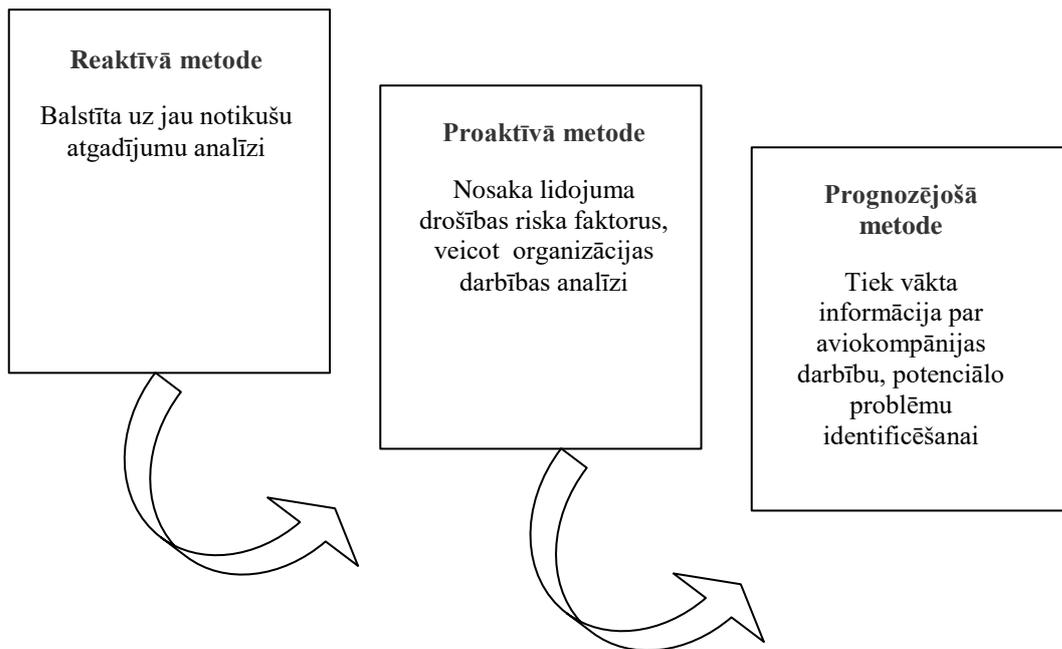
- rezultējošais risks ir zemāks par iepriekš nepieņemamo līmeni;
- risks tika samazināts līdz zemākajam iespējamajam līmenim;
- tiek iegūti būtiski materiālie ieguvumi vai ierosinātās izmaiņas ir pietiekami nozīmīgas, lai pamatotu šā riska pieņemšanu.

Tādejādi riski tiks klasificēti kā pieņemami. Riska līmeņa piešķiršana zemākajam līmenim nozīmē, ka riska samazināšana vēl arvien ir praktiski neiespējama vai ar to saistītās izmaksas ievērojami pārsniedz pamatotās materiālās izmaksas.

1.4. Riska novērtēšanas metožu analīze

Riska novērtēšanai var izmantot dažādas metodes. Tiek uzskatīts, ka pastāv trīs riska pārvaldības metodes (1.4. att.):

- reaktīvā metode: balstīta uz jau notikušiem atgadījumiem;
- proaktīvā metode: balstīta uz tādu negadījumu analīzi, kas vēl tiek izmeklēti aviokompānijā;
- prognozējošā metode: nepieciešams identificēt un analizēt iespējamus draudus, novērtējot attiecīgos riskus.



1.4. att. Lidojumu drošības nodrošināšana (risika novērtējums).

Visas trīs metodes prasa izstrādāt piemērotus pasākumus, lai novērstu draudus un mazinātu riskus.

1.4.1. Reaktīvā pieeja aviācijas atgadījumu novēršanai

Reaktīvās pieejas būtība ir nelaimes gadījumu un atgadījumu brīdināšanas sistēma, kuras mērķis galvenokārt ir stingri ievērot normatīvās prasības un ieviest preventīvus ieteikumus, kas izstrādāti iepriekš minēto notikumu izmeklēšanas rezultātā.

Notikušo atgadījumu izmeklēšanas rezultāti liecināja par to, ka organizācija darbojas ar sistēmiskiem trūkumiem, ko neviens nevēlējās atklāt, līdz tie izraisīja negadījumu.

Rīcības, lai uzlabotu sistēmu, netiek veiktas vai arī ir veikti vien atsevišķi uzlabojumi.

1.4.2. Proaktīvā pieeja aviācijas atgadījumu novēršanai

Aviācijas atgadījumu izmeklēšanas prakse pārlicinoši pierādīja, ka jebkura slēpta trūkuma esamība organizācijā var radīt apstākļus, ka atgadījums pārvēršas par iemeslu, kas izraisa negatīvu notikumu.

Tādēļ ICAO ierosināja būtiski mainīt pieeju – aviācijas negadījumu izpētes vietā veikt pastāvīgu darbu, lai identificētu un novērstu apdraudējumus katrā aviokompānijas procesā. Tādējādi iepriekšminētā pieeja ieguva definīciju – “proaktīvā pieeja”, t. i., preventīvs pasākums.

Pamatojoties uz iepriekšminēto, lidojumu drošība ir kvalitatīvi atšķirīgs jēdziens un tiek uzskatīts par sistēmas stāvokli, kurā apdraudējuma risks cilvēkiem vai īpašumam tiek

samazināts līdz pieņemamam līmenim, nepārtraukti identificējot apdraudējumus un kontrolējot riska faktorus.

Tādējādi proaktīvā pieeja ir jauna koncepcija, kas tiek orientēta uz preventīvu darbu veikšanu risku un apdraudējumu avotu identificēšanai un novēršanai, lai paredzētu negatīvus notikumus pirms to iestāšanās.

1.4.3. Prognozējošā pieeja aviācijas atgadījumu novēršanai

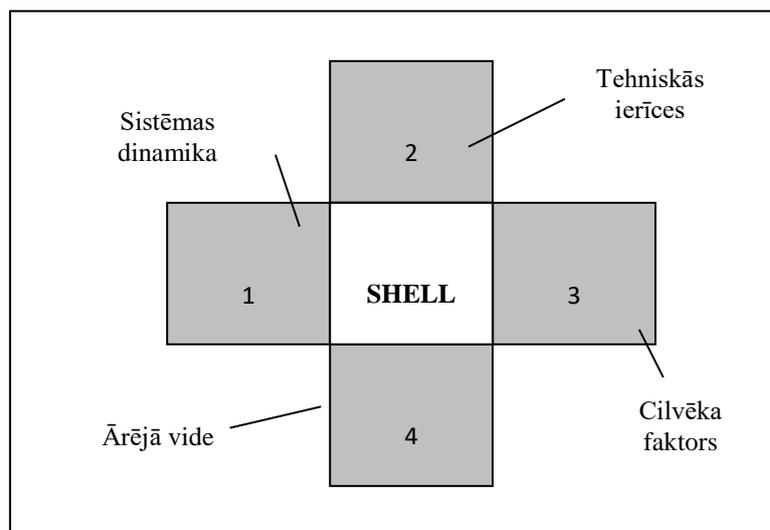
Šīs pieejas pamatā ir trūkumu atrašanas princips pirms to rašanās. Tādējādi prognozējošā sistēmā riska faktoru noteikšanai tiek vākti un apkopti dati no dažādiem informācijas avotiem, kas var norādīt uz iespējamo riska faktoru rašanās cēloni.

Prognozējošās sistēmas būtība ir statistikas sistēmas, ar kurām savāc un analizē ievērojamo daudzumu operatīvos datus, kam pašiem par sevi nav lielas nozīmes, pēc tam tos apvieno ar reaktīvu un proaktīvu metožu datiem, lai savāktu datus par riska faktoriem.

Tādējādi, pamatojoties uz apkopotajiem datiem, tiek sagatavota visaptveroša informācija, kas aviokompānijai ļauj manevrēt, ieviešot šos vai citus riska faktoru samazināšanas pasākumus.

Izmantojot prognozējošo pieeju, negadījumu novēršana pamatojas uz iespējamo atgadījumu risku prognozēšanu. Viena no šādām metodēm ir metode “ī sāko ceļu meklēšanu, kas izraisa katastrofu”, kas ir balstīta uz bīstamības analīzi dažādās *J. Reason* shēmās, kas tiek izveidotas automātiski, izmantojot datora moduli. Tas ļauj novērtēt katastrofas risku un īstenot riska pārvaldību. Lai novērtētu bīstamības līmeni, pamatojoties uz “ī sāko ceļu meklēšanu, kas izraisa katastrofu” vai *J. Reason* shēmas analīzi, tiek izmantotas vairākas metodes.

1. **SHELL** koncepcija – aviācijas sistēmu modeļu saskarsmes veidošanai. **SHELL** diagramma tiek izmantota *ICAO* ieteiktajā formā (1.5. att.).



1.5. att. **SHELL** diagramma.

J. Reason ķēdes metodes izmantošana ļauj aprēķināt iespējamo apdraudējuma līmeni sistēmā, neizmantojot varbūtības rādītājus. Pastāv arī citas dažādas sarežģītības riska novērtēšanas metodes, ko izmanto dažādās cilvēka darbības jomās.

2. **DEMATEL** – viena no lēmuma pieņemšanas metodēm, kuras pamatā ir cēloņsakarības analīze, kas izstrādāta 1972. gadā *Battelle Memorial* institūtā Ženēvā. Tā ir diezgan sarežģīta metode, ko izmanto dažādos projektos, ieskaitot globālu problēmu risināšanu zinātniskā, politiskā un ekonomiskā jomā. Šī metode izmanto matricas un diagrammas, lai vizualizētu cēloņsakarības kopas struktūru un ļauj to iedalīt cēloņu un sekū grupās, lai atvieglotu lēmumu pieņemšanas procesu. **DEMATEL** pamatā ir grafu teorija, kas ļauj vizuāli uzzināt cēloņsakarības, izcelt svarīgākās no tām un novērtēt ar tām saistītos cēloņus un sekas. Pastāv virkne citu pieeju, lai identificētu un analizētu riskus un, pamatojoties uz to, pieņemtu lēmumus to samazināšanai, piemēram:
 - **ARMS** (aviācijas riska pārvaldības risinājumi – *Aviation Risk Management Solutions*). Šī metode tika izstrādāta 2007. gadā kā jauna metodoloģija operacionālo risku novērtēšanai;
 - **HFACS** (cilvēka faktoru analīzes un klasifikācijas sistēma – *Human Factors Analysis and Classification System*) ir metode, kā analizēt riskus, kas palīdz uzlabot peronāla veiktspēju, mazināt traumas darba vietā un uzlabot darba drošību;
 - ekspertu novērtēšanas metode.

Riski tiek novērtēti kvalitatīvi vai kvantitatīvi. Izmantojot kvalitatīvās metodes, risku novērtē galvenokārt subjektīvi.

Praksē visbiežāk tiek izmantotas kvalitatīvās riska novērtēšanas metodes. Iespējamo apdraudējumu identificēšanā skaitliskai vai kvantitatīvai riska novērtēšanai ir priekšrocības, salīdzinot ar kvalitatīvo riska novērtēšanas metodi, jo tā:

- ļauj objektīvi novērtēt riska pakāpi un salīdzināt to ar reglamentējošām prasībām;
- ļauj izstrādāt riska pakāpi atbilstoši risku vadības sistēmai.

Kvalitatīvā riska novērtēšanas metode ir balstīta uz tā saukto “Risku matricu”. Pieļaujama risks lidojuma drošībai, kas saistīts ar apdraudējumiem vai atgadījuma iespējamību un nopietnību, apzīmē ar riska indeksu (R) un nosaka pēc formulas:

$$R = K_p K_s, \quad (1.1.)$$

kur R – riska indekss;

K_p – īpašas situācijas lidojumā varbūtības pakāpe, piemēram, personāla darbības noviržu dēļ;

K_s – sekū nopietnības pakāpe īpašas situācijas gadījumā lidojumā.

Kvantitatīvi katrs no šiem indikatoriem tiek izteikts punktos. Rezultātā iegūstam “Risku matricu” ar novērtējuma sistēmu, kas attēlota dažādās krāsās atkarībā no to bīstamības pakāpes (1.6. att.). Riska lielums tiek izteikts punktos, un tā pieņemamība vai nepieņemamība tiek noteikta aviokompānijā, izmantojot dažādas metodes, piemēram, ekspertu metode. 1.6. attēls

atspoguļo riska novērtējuma matricu dažādās krāsās un punktos, kas attiecīgi rodas aviokompānijas tehniskā personāla darbības noviržu dēļ.

| | | Riska līmenis | | | |
|----------------|--|---------------|----|----|---|
| | | 16 | 8 | 4 | 1 |
| K_s K_p | | | | | |
| 4 | | 64 | 32 | 16 | 4 |
| 3 | | 48 | 24 | 12 | 3 |
| 2 | | 32 | 16 | 8 | 2 |
| 1 | | 16 | 8 | 4 | 1 |

1.6. att. Riska novērtēšanas sistēma tehniskā personāla darbību noviržu dēļ.

Riska novērtēšanā tiek izmantota arī ekspertu novērtēšanas metode.

2. PROCESA PIEEJA RISKU NOVĒRTĒŠANAI, IEKAITOT EKONOMISKOS RISKUS, LIDOJUMA DROŠĪBAS NODROŠINĀŠANAI AVIOKOMPĀNIJĀ

Visas aviokompānijas darbības, var uzskatīt par vienu procesu kopumu.

Organizācijas darbībā šie procesi mijiedarbojas kompleksi, veidojot vienotu sistēmu vai procesu kopumu.

Procesi ir savstarpēji saistīts uzdevumu kopums, kas nodrošina ieguvumus patērētājam un atbilst to konkrētām vajadzībām.

Jebkurš process var tikt attēlots kā vienību kopums (resursi, organizācijas struktūrvienības), funkcijas (darbības) un notikumi.

Šo vadības pieeju, pamatojoties uz procesu pieeju, var nosaukt par “procesu pieeju”.

Aviokompānijā procesa pieejas izmantošana kvalitātes vadības jautājumos gaisa transporta pakalpojumos nozīmē to, ka šos pakalpojumus var attēlot kā sistēmas plūsmu un faktoros, kas ir nepārtrauktā kustībā un mijiedarbībā, t. i., procesa kopums.

Uzņēmuma darbības rezultāts ir veikto aviopārvadājumu kvantitatīvā summa un citi transporta pakalpojumi. Tas ir procesa gala rezultāts.

Savukārt tie visi raksturo kvalitātes līmeni.

Īpaši nozīmīgi aviokompānijām ir sociālie kvalitātes rādītāji:

- lidojuma drošība;
- pakalpojumu līmenis;
- ietekme uz vidi;
- lidojumu regularitāte;
- ātrums utt.

2.1. Aviokompānijas informācijas risku sistēmas (IRS) izstrāde

Aviokompānijas informācijas vadības sistēmai jāņem vērā, jāuzglabā un jāanalizē nepieciešamie dati, jāstrādā ar visiem hierarhijas līmeņu atgadījumiem, kas atspoguļoti 1.2. attēlā.

Izmantojot šo pieeju, varam uzskatīt, ka IRS, kas ietver informāciju par bīstamām situācijām, ir daļa no aviokompānijas integrētās vadības sistēmas.

IRS ir statistikas instruments, kas paredzēts, lai pētītu nevēlamo atgadījumu statistiku saistībā ar aviokompānijas darbības rezultātiem.

Ņemot vērā visas iepriekš minētās prasības, IRS var kļūt par galveno organizācijas instrumentu, kura darbība ir vērsta uz kvalitātes un lidojuma drošības līmeņa uzlabošanu aviokompānijā.

Lidojuma drošības efektivitāti var uzlabot, savlaicīgi identificējot un novēršot apdraudējumus gan aviokompānijas darbībā, gan procesos saistībā ar aviokompānijas personāla darbību.

IRS:

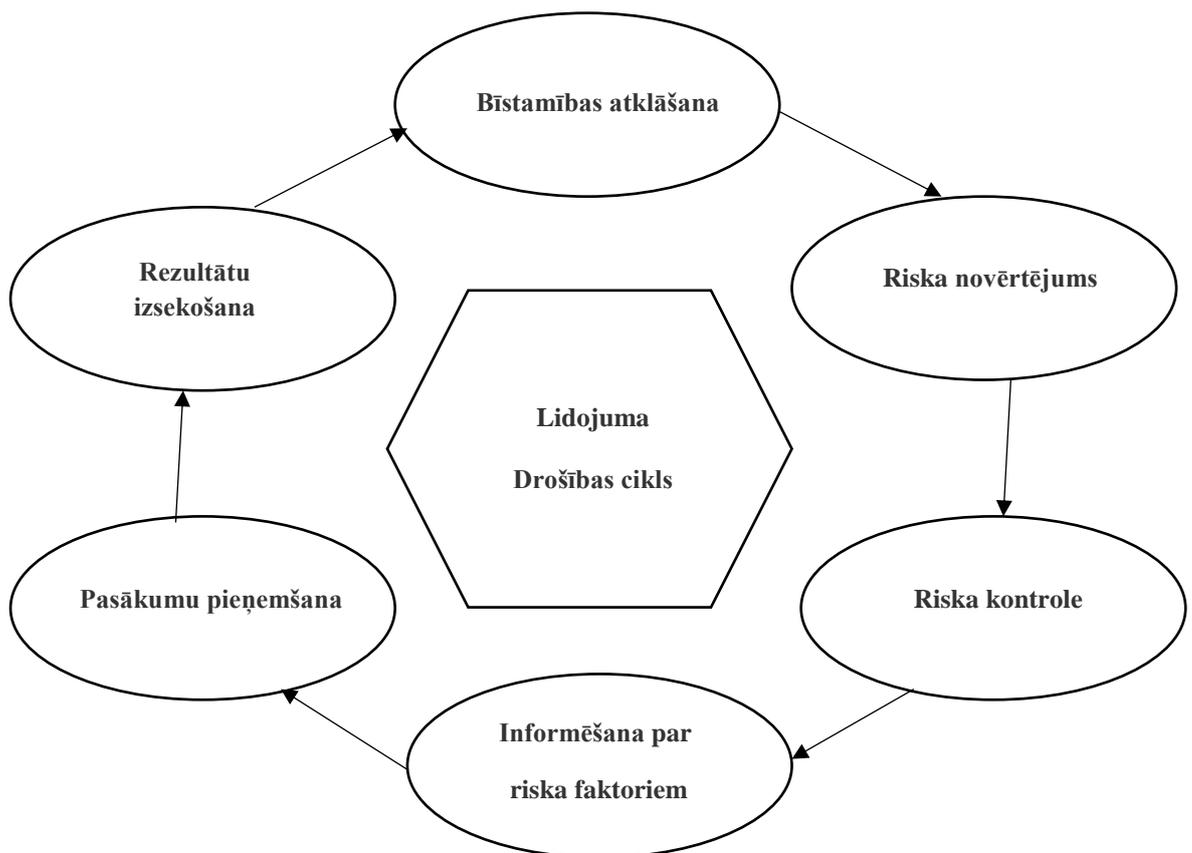
- paplašina aviokompānijas vadības sistēmu, tādējādi uzlabojot uzņēmuma darbību;
- nodrošina aviokompānijā darbību (procesu) saskaņotību, tādējādi sekmējot to, ka kopējais kompānijas darbības rezultāts ir lielāks par (labāks vai pārsniedz) individuālo darbības rezultātu summu;
- samazina darbības procesu nesaskaņotību aviokompānijā, kas var rasties, izstrādājot atsevišķas vadības sistēmas;
- sistēmas izveide un vadība nav tik darbietilpīga kā vairāku paralēlu sistēmu izveide un vadība;
- uzlabo korporatīvo kultūru, kurā kvalitāte un lidojuma drošība tiek uzskatīta par līdzvērtīgām pamatvērtībām.

Šajā gadījumā lidojuma drošības vadības sistēmu shematiski var attēlot, kā parādīts 2.1. attēlā.

Aviokompānijas integrētā vadības sistēma – tas ir elementu kopums, koapvieno IRS.

IRS rezultāti kopumā ir atkarīgi no katra tās elementa darba kvalitātes.

Tādējādi, pamatojoties uz iepriekš teikto, IRS ir vislielākā nozīme integrētās vadības sistēmas darbībā. Attiecīgi tas nosaka konkrētas prasības IRS darbībai un funkcionālam drošumam.



2.1. att. Aviokompānijas informācijas riska sistēmas (IRS) struktūra.

2.2. Lidojuma drošības kvantitatīvo rādītāju noteikšana, pamatojoties uz IRS

Saskaņā ar iepriekšminēto aviokompānijas integrētā informācijas vadības sistēma ņem vērā un saglabā visus nepieciešamos datus analīzei par riskiem un nelabvēlīgiem atgadījumiem lidojuma laikā.

Šie dati ir:

- nelaimes gadījumu un incidentu izmeklēšanas ziņojumi, lidojuma parametru atšifrēšanas (*Flight Data Monitoring – FDM*) un to pārbaudes rezultāti; individuālie (vai anonīmie) ziņojumi par atgadījumiem lidojumos, kas ietver īpašas situācijas lidojuma laikā, tostarp to rašanās cēloņus, kā arī lidojuma posmus, kuros tie notika; audita rezultāti; aviokompānijas attiecīgo departamentu procesu un aviokompānijas personāla speciālistu kļūdas u. c.;
- dati par veicamo darbu apjomu:
 - gaisa kuģa nolidojums (stundās);
 - lidojumu skaits;
 - pārvadāto pasažieru un kravas skaits;
- dati, kas raksturo lidmašīnas ekspluatācijas apstākļus, piemēram, ārējās vides stāvoklis (laika apstākļi, ornotoloģiskā situācija, satiksmes intensitāte u. c.).

Visi dati tiek vākti diferencētā veidā pēc gaisa kuģa tipa, klases, gaisa kuģa lietošanas veida, apdraudējuma iemesliem, atgadījuma veidiem, lidojuma etapiem utt.

Visa informācija par nelabvēlīgiem atgadījumiem lidojuma laikā tiek iegūta no to rašanās cēloņu analīzes.

Lai nodrošinātu pilnīgu datu klāstu par nelabvēlīgiem atgadījumiem, neatkarīgi no nelabvēlīgo atgadījumu izpētes procedūras (izmeklēšana, lidojumu analīze, izmantojot *FDM*, saņemtie individuālie ziņojumi utt.), nepieciešams izveidot cēloņu analīzes shēmu, kurai ir jābūt vienotai un kas prognozē iespējamo cēloņu dinamisko attīstību lidojuma laikā.

Autore piedāvā metodi lidojuma drošības līmeņa rādītāju izmaiņu dinamikas aprēķināšanai, novērtējot īpašo situāciju bīstamību lidojuma laikā riska faktoru gadījumā.

Lai veiktu riska novērtējumu, izmantosim lidojuma drošības standartus, kas nosaka īpašo situāciju rašanās iespējas lidojuma laikā (2.2. att.):

Negatīvo atgadījumu grupas tiek apzīmētas šādi:

- **SLA** – sarežģīti lidojuma apstākļi;
- **SS** – sarežģīta situācija;
- **AS** – avārijas situācija;
- **KS** – katastrofāla situācija.

Lai apkopotu datus par aviokompānijas sniegto pakalpojumu un personālu veikto darbību neatbilstībām, papildus ieviesīsim negatīvo atgadījumu grupu:

- **BSLA** – notikums bez sarežģītiem lidojuma apstākļiem.

Kā kvantitatīvos rādītājus izmantosim:

- $P_{is}(O)$ – īpašo situāciju rašanās varbūtība lidojuma laikā, ko izraisa riska faktors lidojumā;
- $P_{is}(\Sigma)$ – īpašo situāciju kopējā varbūtība, ko radījis riska faktors.

Novērtējot riska faktoru Q_i , izmantosim šādus nosacījumus.

Nelabvēlīga faktora parādīšanās, lidojuma apkalpes locekļu sekojošās darbības, lai izlabotu tā sekas, un lidojuma rezultāts ir gadījuma notikumi, tāpēc par lidojuma drošības līmeni tiek pieņemta varbūtība, ka lidojuma rezultāts ir nelabvēlīgs, t. i., var notikt katastrofa.

Apzīmēsim aviācijas atgadījuma riska varbūtību ar Q , ko nosaka pēc formulas:

$$Q_i = q_i p_{is}, \quad (2.1.)$$

kur q_i – i -tās īpašās situācijas iestāšanās varbūtība;

p_{is} – aviācijas negadījumu (incidents, avārija, katastrofa) iestāšanās varbūtība.

Riska novērtējums ļauj klasificēt līdzīgu notikumu atgadījumus, samazinot riska līmeni R_i un izmantojot iegūto sarindojumu noteikt prioritārā secībā veicamās rīcības, lai nodrošinātu atbilstošu lidojuma drošību.

Saskaņā ar 2.1. formulu var noteikt riska līmeni laika intervālā:

$$[t_0 + \Delta t], \quad (2.2.)$$

kur t_0 – nelabvēlīgā faktora parādīšanās laiks;

Δt – laika intervāls, kad gaisa kuģa apkalpe veic pasākumus, lai likvidētu nelabvēlīgos faktorus.

Lai novērtētu riska līmeni, izmantosim lidojuma drošības prasības attiecībā uz īpašo situāciju iestāšanās varbūtībām un no visiem iespējamajiem riska faktoriem apskatīsim tikai tehnikās funkcionālās atteices (2.2. att.).

Klasificējot lidojuma negatīvās situācijas (atgadījumus) atbilstoši lidojuma drošības prasībām un pieņemot katastrofas varbūtību par 1, iegūstam:

$$Q_i = q_i p_{is} \quad (2.3.)$$

un

$$p_{is} = \frac{n_i}{T}, \quad (2.4.)$$

kur Q_i – riska līmenis;

i – īpašās situācijas lidojumā indekss;

q_i – i -tās īpašās situācijas iestāšanās varbūtība;

p_{is} – aviācijas negadījumu (incidents, avārija, katastrofa) iestāšanās varbūtība;

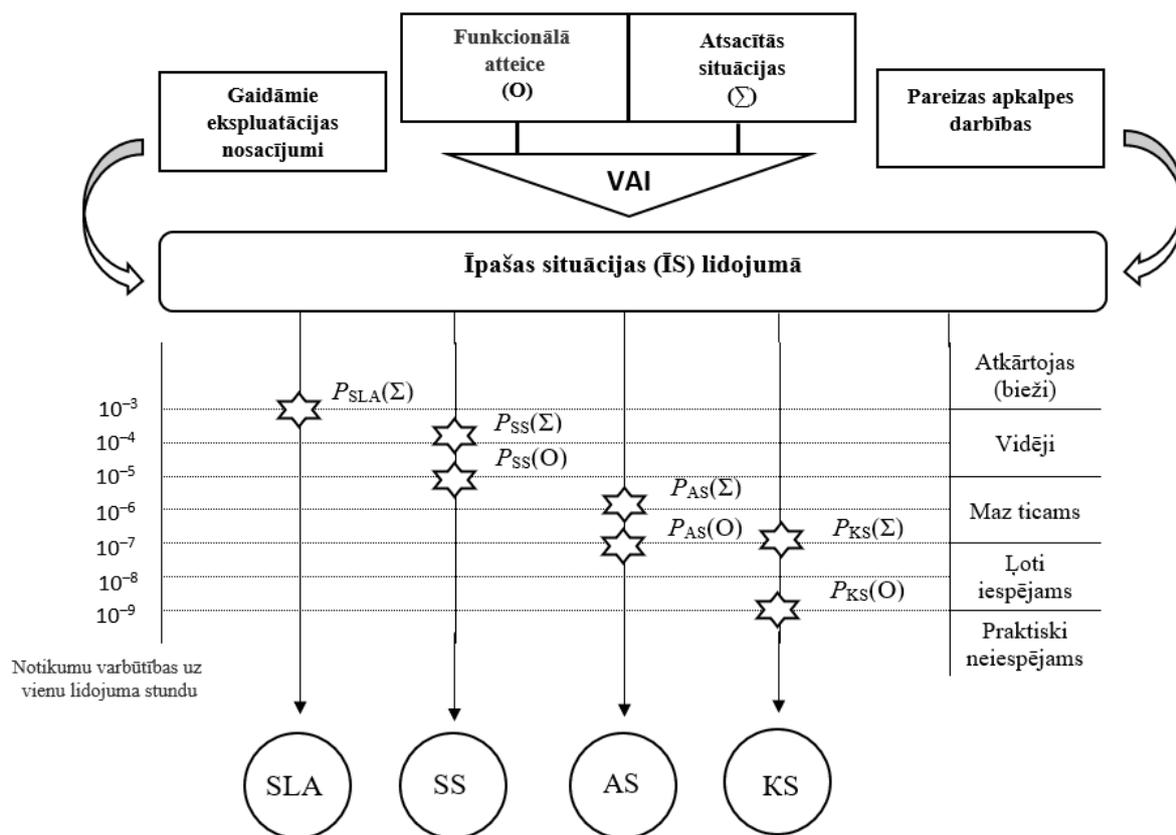
n_i – konkrētā veida atgadījumu skaits noteiktā laika intervālā;

T – novērojamā laika periods.

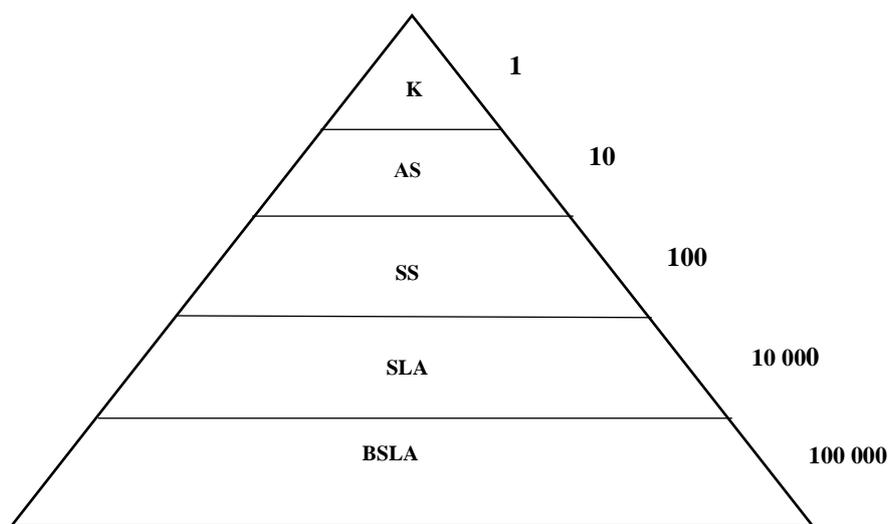
Riska novērtējums uz vienu lidojuma stundu vai vienu lidojumu tiek noteikts pēc šādas formulas:

$$\frac{R}{T} = Q_{KS} + Q_{AS} + Q_{SS} + Q_{SLA} + Q_{SLA} = \sum \frac{q_i p_{is}}{T}. \quad (2.5.)$$

2.3. attēlā parādīta atgadījumu atkārtotamības lidojumā piramīda.



2.2. att. Lidojumu drošības prasības pie gaisa kuģu bezatteikuma darbības (ekspluatācijas drošums).



2.3. att. Atgadījumu atkārtojamības lidojumā piramīda.

KS – katastrofālas situācijas; AS – avārijas situācijas; SS – sarežģītas situācijas; SLA – sarežģīti lidojuma apstākļi; BSLA – notikums bez sarežģītiem lidojuma apstākļiem.

Lai novērtētu riska līmeni, jāanalizē visas īpašās situācijas.

Tad riska līmenis R būs īpašo situāciju risku summu, kas var rasties īpašo situāciju rezultātā, kas iekļauti 2.3. attēlā, izmantojot svāra koeficientus λ_i .

Aviokompānijai ar maza un vidēja apjoma gaisa pārvadājumiem relatīvo lidojuma drošības indikatoru ar pietiekamu precizitāti var aprēķināt, izmantojot šādu formulu:

$$K = \frac{N_{NG}}{A}, \quad (2.6.)$$

kur N_{NG} – normatīvajos dokumentos klasificēto negatīvo (nevēlamo) notikumu kopējais skaits, kā arī esošās neatbilstības un standarta (noteikto) parametru pārkāpumi, iekārtu nepilnības un citi notikumi, kas neietilpst 2.3. attēlā parādītās piramīdas notikumos, piemēram, pasažieri, reisi, nosēšanās utt.;

A – aviokompānijas gaisa kuģu nolidojums (stundas) aprēķina periodā.

Koeficienta K nosacījums: $K < 1$.

Lai palielinātu relatīvo lidojuma drošības līmeņa pakāpi, ieviešam kritērija mēroga koeficientu:

$$M = 10^5. \quad (2.7.)$$

N_{NG} tiek aprēķināts pēc šādas formulas:

$$N_{NG} = K_1 N_{KS} + K_2 N_{AS} + K_3 N_{SS} + K_4 N_{SLA} + K_5 N_{BSLA} = \sum K_i N_i, \quad (2.8.)$$

kur K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 – negatīvo notikumu svāra koeficienti.

Negatīvie notikumi atšķiras ne tikai ar to radīto seku iznākumu riska pakāpēm, bet arī ar to rašanās biežumu, tāpēc, izmantojot ekspertu metodi, tiek noteikti notikumu indeksu koeficienti:

$$K_1 = 0,5; K_2 = 0,3; K_3 = 0,1; K_4 = 0,05; K_5 = 0,005. \quad (2.9.)$$

Ievietojot vērtības no (2.8) un (2.9) vienādojumiem (2.6) vienādojumā, iegūstam:

$$K = (0,5N_{KS} + 0,3N_{AS} + 0,1N_{SS} + 0,005N_{BSLA}) \frac{10^5}{A}. \quad (2.10.)$$

Relatīvais lidojuma drošības indekss analizējamā periodā tiek noteikts pēc formulas:

$$K = \left(\frac{1 - N_{NG}}{A} \right) \cdot 100, \%. \quad (2.11.)$$

Relatīvais lidojuma drošības indekss K konkrētā laika posmā ir vienkāršs, un tā iegūšana ir viegli saprotama.

3. KVALITĀTES MODEĻA IZSTRĀDE, ŅEMOT VĒRĀ LIDOJUMU DROŠĪBAS LĪMENI

Kvalimetrijā kvalitātes līmenis ir relatīvs lielums. Tas ir objekta novērtēšanas rezultāts un tā kvalitātes rādītāju noteikšana pēc normatīva (elatonu) vērtībām.

Kvalitātes novērtējums (novērtēšana) – īpašs vadības veids, kura mērķis ir objektu novērtēšana pēc to vērtībām.

Produkta kvalitāte tiek vērtēta, balstoties uz kvantitatīvu novērtējumu, nosakot tā īpašības.

Mūsdienu zinātnē un praksē ir izstrādāta produkta kvantitatīvo īpašību novērtēšanas sistēma, kas nodrošina kvalitātes rādītājus.

Kvalitātes rādītāji (objektam) attiecībā uz to īpašībām var būt:

- atsevišķais;
- kompleksais.

Atsevišķais kvalitātes rādītājs – kvalitātes rādītājs, kas attiecas tikai uz vienu no objekta īpašībām.

Kompleksais kvalitātes rādītājs – objekta kvalitātes rādītājs, kas attiecas uz vairākām tā īpašībām.

3.1. Aviokompānijas kvalitātes modelis mijiedarbībā ar aviokompānijas kvantitatīvajiem darbības rezultātiem

Izstrādājot modeli, izmantosim šādus jēdzienus:

- W_{tkm} – absolūtais gaisa kuģu pārvadājuma apjoms – aviopārvadājumu apjoms noteiktā laika periodā, ko nosaka pēc pārvadāto pasažieru skaita un kravas noteiktā attālumā (pasažieri – km, tonnas – km);
- W_{tkm_ef} – efektīvais gaisa kuģu pārvadājumu apjoms – aviopārvadājumu apjoms, kam ir raksturīgs īpašs kvalitātes līmenis, kas tiek izteikts ar kvalitātes rādītājiem.

Tad aviokompānijas kvalitātes modeļa mijiedarbību ar aviokompānijas kvantitatīviem darbības rezultātiem var attēlot kā funkciju šādā veidā:

$$W_{tkm_ef} = F(W_{tkm}, K_1, K_2, K_3, \dots, K_m, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n), \quad (3.1.)$$

kur W_{tkm_ef} – efektīvais gaisa kuģu pārvadājumu apjoms;

W_{tkm} – absolūtais gaisa kuģu pārvadājumu apjoms;

$K_1, K_2, K_3, \dots, K_m$ – kompleksie sociāli nozīmīgie aviokompānijas funkcionēšanas kvalitātes rādītāji: lidojuma drošības līmenis, pasažieru un kravas piegādes ātrums, regularitāte, pasažieru un klientu apkalpošanas līmenis u. c.;

a_1, a_2, a_3, a_n – katra rādītāja atsevišķie kvalitātes rādītāji (tehniskie, ekonomiskie).

Visi rādītāji ir bezgalīgi.

Visus šos rādītājus, kas tiek izmantoti kvalimetrijā ar salīdzināšanas metodes palīdzību, var iekļaut vienā vispārējā kompleksā kvalitātes rādītājā.

Apzīmēsim to ar K_t (tā ir bezgalīga vērtība). Tad efektīvo gaisa kuģu pārvadājumu apjomu W_{tkm_ef} var iegūt, reizinot absolūto gaisa kuģu pārvadājuma apjomu noteiktā laika periodā W_{tkm} ar vispārējo komplekso kvalitātes rādītāju K_t . Tad aviokompānijas kvalitātes modelis mijiedarbībā ar aviokompānijas kvantitatīviem darbības rezultātiem būs šāds:

$$W_{tkm_ef} = W_{tkm} K_t. \quad (3.2.)$$

Vispārējais kompleksais kvalitātes rādītājs K_t ir aviokompānijas gaisa kuģa pārvadājumu kvantitatīvs novērtējums noteiktā laika periodā. Tas ietver vairākus nelīdzvērtīgus rādītājus ($K_1, K_2, K_3, \dots, K_m, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$), kur vissvarīgākais no tiem ir lidojuma drošība K_1 . Dalot efektīvu gaisa kuģu pārvadājuma apjomu ar kopējām izmaksām, iegūstam integrālo kvalitātes rādītāju K_{in} , un mijiedarbības modeli citā veidā:

$$K_{in} = \frac{W_{tkm_ef}}{\sum C}, \quad (3.3.)$$

kur $\sum C$ – izdevumi (izmaksas), lai veiktu gaisa kuģa pārvadājumus pārskata periodā.

Praksē ir svarīgi noteikt, uz kā rēķina mainās K_{in} : augsto izmaksu samazināšanās pie nemainīgām vai samazinātām izmaksām. Vai izmaksu pieaugumu var izraisīt augstāks pārvadājumu apjoma pieauguma temps nekā kvalitātes pieauguma temps?

Turklāt var būt gadījumi, kad vienu un to pašu K_{in} vērtību var iegūt ar dažādiem atsevišķiem rādītājiem, kas ietilpst modeļa aprēķinos.

K_{in} un K_t vērtības ir funkcionāli atkarīgas:

$$K_{in} = f(K_t). \quad (3.4.)$$

Šī sakarība nav determinēta.

Tādā veidā mums ir iegūts teorētisks modelis (3.1. vienādojums), kas nosaka mijiedarbību starp lidojumu drošību kā aviopārvadājumu kvalitātes un ekonomisko rādītāju ne tikai statiskā, bet arī dinamiskā stāvoklī.

Izmantojot 3.2.–3.4. vienādojumu, var parādīt savstarpējo saikni starp gaisa kuģu pārvadājumu apjomu un katras aviotransporta produktu kvalitātes īpašībām, ņemot vērā pakalpojuma sniegšanas un produkcijas ražošanas izmaksas.

Ņemot vērā tikai lidojumu drošības rādītāju, kas raksturo gaisa kuģu pārvadājumu produktu, gaisa kuģa pārvadājumu kvalitāte (K_{in}), tiks raksturota ar šādu attiecību:

$$K_{in} = f(W_{tkm_ef}, K_1, \sum C), \quad (3.5.)$$

kur K_1 – lidojuma drošības līmenis;

C – izdevumi (izmaksas), lai veiktu gaisa kuģa pārvadājumus pārskata periodā;

W_{tkm_ef} – efektīvais gaisa kuģu pārvadājumu apjoms;

K_{in} – gaisa kuģa pārvadājumu kvalitāte.

3.2. Rādītāju izmaiņu attīstības modeļa izstrāde, pamatojoties uz procesa pieeju

Aviokompānijas struktūra ir dinamiska. Aviokompānijas darbības rezultāti, kā arī to ietekmējošie faktori, ir pastāvīgā kustībā.

Tāpēc rodas jautājums, kādai būtu jābūt kvalitātes modeļa (3.3. vienādojuma) rādītāju ātruma izmaiņu attiecībai, lai aviokompānija veiktu gaisa kuģa pārvadājumus, maksimāli apmierinot patērētājus ar sniegtajiem aviācijas pakalpojumiem, aviokompānija būtu efektīva un konkurētspējīga aviācijas nozarē.

Šis uzdevums ir galvenais aviokompānijas integrētās vadības sistēmas darbības mērķis, un tas ir balstīts uz procesu pieeju.

Lai sasniegtu mūsu pētījumu mērķi, autore balstīsies uz turpmāk minēto aprakstu.

Modeli (3.3. vienādojums) var attēlot kā trīs procesu kopumu, kā rezultātā pastāvīgi mainās aviokompānijas darbības raksturojošo faktoru daudzveidība.

Šie procesi ir:

- D_1 – galīgo rezultātu iegūšanas process, kam raksturīga gaisa pārvadājumu apjoma pārmaiņu dinamika un transporta pakalpojumu kvalitātes līmeņa izmaiņu dinamika;
- D_2 – izmaiņas rādītājos, kas raksturo aviokompānijas infrastruktūru un investīcijas (ieguldījumus), lai nodrošinātu tās pareizu uzturēšanu un uzlabotu aviokompānijas infrastruktūru (pamatlīdzekļu nolietojums, gaisa kuģu flotes modernizācija un pirkšana utt.);
- D_3 – ekspluatācijas process, ko raksturo ekspluatējošo materiālu patēriņa dinamiku un to izmaksas (degviela un smērvielas, gaisa kuģu un aprīkojuma nolietojums, to uzturēšana un remonts utt., personāla darba algas izmaksu dinamika).

Rādītāji D_1 , D_2 , D_3 pēc savas būtības ir kompleksie kvalitātes rādītāji, kas matemātiskā veidā ir attēloti ar:

$$D = \sum_{i=1}^n (k_i q_i), \quad (3.6.)$$

kur D – kompleksais kvalitātes rādītājs;

k_i – i -tā koeficienta svara indekss;

q_i – relatīvais kvalitātes rādītājs.

3.3. Rādītāju kvantitatīvais novērtējums

Pamatojoties uz procesa pieeju lidojumu drošības nodrošināšanas jautājumu risinājumā un lietojot organizācijas darbības un rezultātu kvantitatīvo novērtēšanu, vadoties pēc ISO 9001:2015 metodikas un pamatojoties uz principu, ka vadīt var tikai to, ko var izmērīt, apdraudējuma novērtēšanai izmanto universālo matemātisku instrumentu:

$$D_i = \sum_{(i)} a_i k_i, \quad (3.7.)$$

kur D_i – kompleksais rādītājs;

a_i – atsevišķais kvalitātes rādītājs;

k_i – svaru koeficients.

Šo svāra koeficientu aprēķina, ņemot vērā korelācijas koeficientu, ar Lagranža parciālo reizinātāju metodi vai, ja nepietiek statistikas materiālu, to nosaka eksperimentāli.

Analizējot šo procesu raksturojošo rādītāju D_1, D_2, D_3 , izmaiņu dinamiku ierobežotā laika intervālā un balstoties uz aviokompānijas pieredzi, pieņemam, ka attiecība, kas vislabāk atbilst aviokompānijai, ir:

$$D_1 > D_2 > D_3. \quad (3.8.)$$

Indikatoru $D_1 > D_2 > D_3$ pieauguma tempa attiecība aviokompānijas darbības laikā nozīmē pastāvīgu un proporcionālu rādītāju pieaugumu (samazinājumu), veicinot gala lietderīgo rezultātu sasniegšanu, kas palielina aviokompānijas efektivitāti un konkurētspēju. Tādējādi attiecība $D_1 > D_2 > D_3$ ir normatīvs aviokompānijas attīstības etalons.

Tad rādītāja faktiskās vērtības attiecība pret normatīvo pēc būtības būs aviokompānijas darbības kvalitātes rādītājs.

Uzņēmuma uzdevums ir nodrošināt, lai kvalitātes rādītāju pieauguma temps pārsniedz darba apjoma pieauguma tempu, bet vienlaikus arī ekspluatācijas izmaksu un kapitālieguldījumu pieauguma tempam jābūt mazākam nekā kvalitātes rādītāju pieaugumam un darba apjomam.

Šo attiecību nodrošina pareiza strukturālā un investīciju politika. Strukturālās politikas būtība ir tā, ka kapitālieguldījumu dinamika un struktūra atbilst darbības gala rezultātu izmaiņu struktūrai un dinamikai.

Ja samazinās kvalitatīvo rādītāju izmaiņu ātrums, tiek veikta cēloņsakarības analīze, t. i., tiek konstatēts šāda krituma cēlonis un veiktas atbilstošas investīcijas tajā jomā, kas ir kvalitātes samazināšanās cēlonis.

Ja ir informācija par rādītāju uzvedību, informācija par pieprasījumu pēc transporta pārvadājumiem un resursu iespējām uzņēmumā, informācija par materiāli tehnisko bāzi, noteiktas prasības (sertifikācija) personālam, kā arī, ja ir informācija par transporta infrastruktūru un tehnisko aprīkojumu novērtējumu, tad ir iespējams ilgtermiņā plānot uzņēmuma darbību un tā tehnisko bāzi, uz kā tiek balstīts finanšu pamats, lai novērstu transporta pakalpojumu kvalitātes samazināšanās iespējamus cēloņus, t. i., uzlabotu lidojuma drošību, kas savukārt garantē aviokompānijas konkurētspēju gaisa satiksmes nozarē.

Tādējādi izstrādātā rādītāju un modeļu sistēma diezgan labi atspoguļo lidojumu drošības un ekonomiskuma savstarpējo attiecību ar svarīgākajām ekonomiskajām kategorijām un gaisa kuģu ražošanas faktoriem.

3.4. Kvalitātes noteikšanas metodika, ņemot vērā lidojumu drošības līmeni, pamatojoties uz faktu analīzi

3.4.1. Rādītāju ranžēšana, kas raksturo aviokompānijas darbības režīmu noteiktā laika periodā

Aviokompānijas darbībā katrā laika brīdī (dinamikā) notiek dažādu rādītāju mijiedarbība: materiālie, cilvēkfaktora, ekonomiskie, kā arī rādītāji, kas raksturo ārējos klimatiskos un dabas apstākļus utt.

Noteiktā laika brīdī zināms rādītāju kopums atbilst attiecīgajiem aviokompānijas darbības rezultātiem: pārvaldājumu apjoms un tā kvalitāte ir lidojumu drošības līmenis, kas ir aviokompānijas prioritāte.

Lai noteiktu saistību starp lidojuma drošības līmeni un aviokompānijas ekonomiskajiem rādītājiem, izmantosim rādītāju analīzi, kas balstīta uz rādītāju rangu secību.

Ja visus ar aviokompānijas darbību saistītos rādītājus sarindo dilstošā secībā attiecīgā periodā (gads, ceturksnis, mēnesis utt.), iegūstam vairākus rādītājus, kas raksturo aviokompānijas darbības režīmu noteiktā laika periodā.

Šie sarindotie rādītāji ļauj konstatēt nevēlamās rādītāju izmaiņas korelācijas sakarības, piemēram, gaisa transporta negadījumu pieaugums ir augstāks nekā gaisa pārvaldājumu apjoma pieaugums, gaisa kuģu apkopes un remonta izmaksu pieaugums ir augstākas par salaboto gaisa kuģa radītāja pieaugumu.

Rādītāju sarindošana ir ļoti informatīva. Turklāt faktiskā un etalona (vēlamās) rindas salīdzināšana pēc rangu dažādībām ļauj skaitliski novērtēt faktisko kompānijas rādītāju atbilstības pakāpi pēc etalona un noskaidrot savstarpēji saistošo rādītāju sakarības.

Saskaņā ar pieņemto modeli mums ir šādi aviokompānijas faktoru un darbības rādītāju kopums, kam ir šāda nozīme.

1. Darba rezultāti.

1.1. Drošības rādītāju izmaiņas atspoguļo aviokompānijas lidojumu drošības līmeņa svārstības izvēlētajā laika intervālā.

1.2. Aviokompānijas gala darbības rādītāju izmaiņu dinamika atspoguļo gaisa pārvaldājumu svārstības pārskata periodā.

2. Infrastruktūra.

2.1. Aviokompānijas gaisa kuģu investīciju izmaiņu dinamika atspoguļo izmaiņu dinamiku rādītājos, kas raksturo kvantitatīvās un kvalitatīvās izmaiņas gaisa kuģos: atjaunošana, funkcionālais drošums, dizains, tehniska apkope utt.

2.2. Aviokompānijas investīciju (kapitālieguldījumu) apjoma izmaiņu dinamika atspoguļo materiāli tehnisko rādītāju izmaiņu dinamiku, kas raksturo aviokompānijas infrastruktūras kvantitatīvās un kvalitatīvās izmaiņas: gaisa kuģu tehniskās, lidojumu un komerciālās ekspluatācijas objekti un līdzekļi.

3. Ekspluatācijas izmaksas.

Grupas rādītāju dinamiku, ko raksturo gaisa kuģu ekspluatācijas apstākļu izmaiņas, ērti novērtēt, analizējot rādītāju izmaiņu dinamiskas izmaksas naudas izteiksmē.

Pie tam ir jāņem vērā, ka katrai aviokompānijai būs savas īpatnības.

Pētījuma nolūkos izmantojam šādus izdevumu posteņus (šī izvēle nav principiāla – var būt arī cits rādītāju kopums, lai novērtētu darbības faktoru izmaiņu raksturojošo rādītāju dinamiku):

1. degviela un smērvielas;
2. gaisa kuģu nolietojums (amortizācija);
3. gaisa kuģu tehniskā apkope un remonts;
4. lidojumu apkalpes locekļu atalgojums;
5. inženiertehniskā personāla atalgojums;
6. pārējo darbinieku atalgojums;
7. neparedzēti izdevumi;
8. tehniskās apkopes kopējie izdevumi.

Matemātiskā izteiksmē šo rādītāju izmaiņu dinamika ir katra no tiem laika atvasinājums d_{ij} , kur i – procesa indekss, j – attiecīgā procesa rādītāja indekss.

Lai īstenotu šos noteikumus aviokompānijas darbības praksē, gaisa kuģu tipiem ir jāpiešķir prioritāte rādītāju izstrādei katrā no šīm faktoru grupām, t. i., jānosaka rādītāju standarta (etalona) vērtējums.

3.4.2. Standarta (etalona) reitinga rādītāju izstrāde

Pirmajā rādītāju grupā, kur D_1 atspoguļo gala derīgo rezultātu daudzveidību, ietver divus koeficientus: K_t – drošības koeficients un W – gaisa pārvadājumu apjoms (pasažieri vai tonnkilometri).

Lidojuma drošības rādītājam ir beznosacījuma prioritāte, salīdzinot ar ražošanas apjoma rādītāju. Citiem vārdiem sakot, lidojuma drošības līmeņa rādītāja d_{11} dinamikai (atvasinājums) ir jāpārsniedz pārvadājuma apjoma pieauguma dinamiku, d_{12} :

$$d_{11} > d_{12}. \quad (3.9.)$$

Tas nozīmē, ka reitinga pirmajā vietā ir d_{11} , otrajā d_{12} . Otrā rādītāju D_2 grupa, kas nosaka uzņēmuma infrastruktūras materiālo faktoru daudzveidību, arī ietver divus rādītājus: kopējie ieguldījumi gaisa kuģos, $F_{gk}(d_{22})$ un infrastruktūra, $F(d_{21})$.

Pieredze liecina, ka pašlaik civilā aviācijā materiāli tehniskās bāzes attīstība uzņēmumos nedaudz atpaliek no gaisa kuģu attīstības līmeņa.

Ņemot vērā šo faktu, izveidosim šādu normatīvo korelāciju starp investīciju izaugsmes dinamiku infrastruktūrā un gaisa kuģu flotē, kas orientētu uzņēmumus, lai likvidētu šo disproporciju uzņēmumu materiāli tehniskās bāzes attīstībā:

$$d_{11} > d_{12} \quad (3.10.)$$

Tas nozīmē, ka reitinga trešajā vietā ir d_{21} , otrajā – d_{22} .

Trešā rādītāju grupa ir D_3 , kas atspoguļo gaisa kuģa ekspluatācijas apstākļus, tā tiek iegūta, analizējot parametrus, ko reglamentē dažādi ārējie un iekšējie dokumenti (procedūras, instrukcijas utt.), kā arī vairāku gadu aviokompānijas darbības statistikas dati. Tādējādi,

pamatojoties uz loģiskiem secinājumiem un darbības izmaksu analīzi, tika iegūts normatīvais ranga vērtējums, kas sastāv no 12 rādītājiem (3.1. tab.).

3.1. tabula

Rādītāju normatīvais rangu vērtējums

| Faktoru grupas | Faktoru apakšgrupas | Rādītāji | Rangs |
|----------------|---------------------|---|-------|
| D_1 | 1.1 | Lidojumu drošība, d_{11} | 1 |
| | 1.2 | Gaisa pārvadājumu apjoms (pasažieri – km), d_{12} | 2 |
| D_2 | 2.1 | Investīcijas infrastruktūrā, d_{21} | 3 |
| | 2.2 | Investīcijas gaisa kuģos, d_{22} | 4 |
| D_3 | 3.1 | Degviela un smērvielas, d_{31} | 5 |
| | 3.2 | Gaisa kuģa nolietojums (amortizācija), d_{32} | 6 |
| | 3.3 | Gaisa kuģu tehniskā apkope un remonts, d_{33} | 7 |
| | 3.4 | Lidojumu apkalpes locekļu atalgojums, d_{34} | 8 |
| | 3.5 | Inženiertehniskā personāla atalgojums, d_{35} | 9 |
| | 3.6 | Pārējo darbinieku atalgojums, d_{36} | 10 |
| | 3.7 | Neparedzēti izdevumi, d_{37} | 11 |
| | 3.8 | Tehniskās apkopes kopējie izdevumi, d_{38} | 12 |

Tomēr jāpatur prātā, ka normatīvo rangu rinda ir tāda, uz kuru aviokompānijai būtu jābūt vērstai.

3.4.3. Metodikas izstrāde, lai novērtētu atšķirības starp faktiskajiem un normatīvajiem rādītājiem

Lai kvantitatīvi novērtētu un atspoguļotu atšķirības no faktiskā un normatīvā (etalona) ranga, matemātiskajā statistikā izmanto rangu korelācijas, kuru vērtības šajā gadījumā ir iekšējā īpašība, jo tā atspoguļo katras sistēmas elementa (vai rādītāja) izmaiņas ietekmi uz gala rezultātu. Tāpēc tā vērtība pēc būtības būs aviokompānijas kvalitātes līmenis vai veiktā darba kvalitātes līmenis, ņemot vērā lidojuma drošības līmeni.

Apzīmēsim šo koeficientu ar K_τ . Lai aprēķinātu korelācijas koeficientu (darba kvalitāti), var izmantot šādu izteiksmi:

$$K_\tau = 1 - \frac{6 \sum_{L=1}^n y^2}{n(n^2 - 1)}. \quad (3.11.)$$

K_τ aprēķināšanas secība ir šāda.

1. Katram rādītājam ir atšķirība starp viņa vietu normatīvajā un faktiskajā rindā:

$$Y = 1 - X_i, \quad (3.12.)$$

kur $i = 1, 2, \dots, n$;

Y – starpība starp rangu un i -tā rādītāja vietu;

i – indikatora vieta normatīvo rangu sērijās;

X_i – ir rādītāja rindas reālā ranga rindā;
 n – analizē iekļauto rādītāju skaits.

2. Par katru rādītāju tiek skaitīts starpības kvadrāts (novirze) starp rangu un faktisko vietu, t. i., tiek aprēķināts Y^2 .

Pēdējā etapā dažādu rādītāju izmaiņu salīdzināšana laika gaitā ir to konkrēta rādītāja kustības salīdzinājums ar pirmā rādītāja kustības rādītāju. Un tas savukārt ir nekas cits kā šī rādītāja izmaiņu (kustības) indekss. Turklāt kā ierobežojošo rādītāju ir ieteicams ņemt vērā nevis faktisko, bet gan analizētā perioda maksimālo vērtību d_{max} .

Nākamais solis ir sakārtot rindā rādītājus atbilstoši indeksu vērtībai.

Pamatojoties uz pētāmā procesa būtību, lidojuma drošības izmaiņu (kustības) rādītājam vajadzētu augt straujāk nekā visiem pārējiem indeksiem. Izņemot gaisa kuģi no ekspluatācijas, rādītāji kļūst negatīvi (prasība “pieaugt pirmajam” nozīmē “samazināties pēdējam”).

Jebkurā gadījumā lidojuma drošības rādītājam vajadzētu pārsniegt pārējos rādītājus pēc absolūtās vērtības:

$$a_i > |a_i|. \quad (3.13.)$$

Ja d_i iegūst negatīvu vērtību, tad lidojuma drošības rādītājam ir jāpiešķir pēdējā vieta faktiskajā rangā. Ja aviokompānijā vai analizētajam gaisa kuģim negadījumi nav notikuši, ir jāizstrādā metodika lidojumu drošības novērtēšanai, ņemot vērā tās novirzes departamentu un speciālistu darbībā, kas vismazāk ietekmē lidojumu drošību.

Koeficienta K_τ aprēķināšana, kas raksturo aviokompānijas darbības kvalitāti attiecībā uz lidojumu drošību, ir ērti veikt, izmantojot 3.2. tabulu.

3.2. tabula

Koeficienta K_τ aprēķināšana

| Faktoru grupas | Faktoru apakšgrupas | Rādītāji | Faktiskais kustības (izmaiņu) rādītājs | Etalona ranga rādītājs | Novirze Y | Novirzes kvadrāts Y^2 |
|----------------|---------------------|----------|--|---|-------------|-------------------------|
| D_1 | 1.2 | d_{12} | – | 2 | – | – |
| D_2 | 2.1 | d_{21} | – | 3 | – | – |
| | 2.2 | d_{22} | – | 4 | – | – |
| D_3 | 3.1 | d_{31} | – | Tiek noteikts pēc stundu ekspluatācijas izmaksām atbilstošam gaisa kuģu tipam un pārvadājumu veidam | – | – |
| | 3.2 | d_{32} | – | | – | – |
| | 3.3 | d_{33} | – | | – | – |
| | 3.4 | d_{34} | – | | – | – |
| | 3.5 | d_{35} | – | | – | – |
| | 3.6 | d_{36} | – | | – | – |
| | 3.7 | d_{37} | – | | – | – |
| | 3.8 | d_{38} | – | – | – | |

4. PIEDĀVĀTĀS METODIKAS APROBĀCIJA, PAMATOJOTIES UZ SIA “AIRLINES” DATIEM

4.1. Aviokompānijas vispārīgais raksturojums

Piedāvātās metodes aprobācija tika veikta, pamatojoties uz aviokompānijas SIA “Airlines” datiem [8].

Visi sākotnējie dati, lai kvantitatīvi novērtētu likumsakarības starp lidojumu drošības līmeni un ekonomiskiem faktoriem, ir ņemti no aviokompānijas informācijas vadības sistēmas (IRS), kas, kā minēts iepriekš, ņem vērā un saglabā visus datus par riskiem un bīstamiem atgadījumiem lidojuma laikā, kas ir nepieciešami analīzei.

Šie dati ir:

- nelaimes gadījumu un incidentu izmeklēšanas ziņojumi, lidojuma parametru atšifrēšanas (*Flight Data Monitoring – FDM*) un to pārbaudes rezultāti; individuālie (vai anonīmie) ziņojumi par atgadījumiem lidojumos, kas ietver īpašas situācijas lidojuma laikā, tostarp to rašanās cēloņus, kā arī lidojuma posmus, kuros tie notika; audita rezultāti; aviokompānijas attiecīgo departamentu procesu un aviokompānijas personāla speciālistu kļūdas;
- dati par veicamo darbu apjomu:
 - gaisa kuģa nolidojums (stundās);
 - lidojumu skaits;
 - pārvadāto pasažieru skaits un krava;
- dati, kas raksturo lidmašīnas ekspluatācijas apstākļus, piemēram, ārējās vides stāvoklis (laika apstākļi, ornotoloģiska situācija, satiksmes intensitāte u. c.).

Visi IRS dati tiek vākti diferencētā veidā pēc gaisa kuģa tipa, klases, gaisa kuģa izmantošanas veida, apdraudējuma iemesliem, atgadījuma veidiem, lidojuma etapiem utt.

Pētījumā tika veikts rādītāju aprēķins, pamatojoties uz viena tipa *Airbus A320* lidmašīnu statistiskiem datiem un uz to darbības rezultātiem laika periodā no 2011. līdz 2014. gadam.

Visu analizēto rādītāju kustību salīdzinājumā ar drošības rādītāju kustību pa gadiem aprēķinu rezultāts attēlots 4.1. tabulā.

Kā redzams, rādītāju izmaiņu dinamika liecina par nesamērīgu aviokompānijas procesu darbību. Daži rādītāji attīstās normatīvā virzienā, citi – pretēji normatīvam.

Tas radīja lidojuma drošības līmeņa svārstības gan uz labo (paaugstināšanās), gan uz sliktu (pazemināšanās) pusi (4.1. tab.). Rādītāju izmaiņu dinamikas izpēte ļauj iegūt svarīgu informāciju par to, cik lielā mērā ekonomisko rādītāju izmaiņu proporcijas ir nodrošinājušas šo transporta pārvadājumu kvalitātes līmeni.

Lidojuma drošības līmeņa samazināšanās (indeksa negatīvās vērtības) galvenokārt var izraisīt disproporcijas ieguldījumu sadalījumā starp aviokompānijas un gaisa kuģu parka infrastruktūru.

Aprēķinu rezultāti

| Faktoru grupas | Faktoru apakšgrupas | Gads | Normatīvais rādītāja rangs | Faktiskais rādītāja rangs | Novirze | Novirzes kvadrāts | Gads | Normatīvais rādītāja rangs | Faktiskais kustības rādītājs | Novirze | Novirzes kvadrāts |
|----------------|---------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|---------|-------------------|------------------|----------------------------|------------------------------|---------|-------------------|
| | | 2011.–2012. gads | | | | | 2013.–2014. gads | | | | |
| D_1 | 1.1 | 2011 | 1 | 12 | -11 | 121 | 2013 | 1 | 12 | -11 | 121 |
| | | 2012 | 1 | 11 | -10 | 100 | 2014 | 1 | 12 | -11 | 121 |
| | 1.2 | 2011 | 2 | 7 | -5 | 25 | 2013 | 2 | 6 | -4 | 16 |
| | | 2012 | 2 | 7 | -5 | 25 | 2014 | 2 | 5 | -3 | 9 |
| D_2 | 2.1 | 2011 | 3 | 9 | -6 | 36 | 2013 | 3 | 5 | -2 | 4 |
| | | 2012 | 3 | 9 | -6 | 36 | 2014 | 3 | 9 | -6 | 36 |
| | 2.2 | 2011 | 4 | 11 | -7 | 49 | 2013 | 4 | 1 | 3 | 9 |
| | | 2012 | 4 | 12 | -8 | 64 | 2014 | 4 | 10 | -6 | 36 |
| D_3 | 3.1 | 2011 | 5 | 8 | -3 | 9 | 2013 | 5 | 9 | -4 | 16 |
| | | 2012 | 5 | 8 | -3 | 9 | 2014 | 5 | 6 | -1 | 1 |
| | 3.2 | 2011 | 6 | 6 | 0 | 0 | 2013 | 6 | 4 | 2 | 4 |
| | | 2012 | 6 | 5 | 1 | 1 | 2014 | 6 | 4 | 2 | 4 |
| | 3.3 | 2011 | 7 | 3 | 4 | 16 | 2013 | 7 | 2 | 5 | 25 |
| | | 2012 | 7 | 2 | 5 | 25 | 2014 | 7 | 3 | 4 | 16 |
| | 3.4 | 2011 | 8 | 2 | 6 | 36 | 2013 | 8 | 10 | -2 | 4 |
| | | 2012 | 8 | 10 | -2 | 4 | 2014 | 8 | 11 | -3 | 9 |
| | 3.5 | 2011 | 9 | 4 | 5 | 25 | 2013 | 9 | 8 | 1 | 1 |
| | | 2012 | 9 | 3 | 6 | 36 | 2014 | 9 | 8 | 1 | 1 |
| | 3.6 | 2011 | 10 | 10 | 0 | 0 | 2013 | 10 | 3 | 7 | 49 |
| | | 2012 | 10 | 6 | 4 | 16 | 2014 | 10 | 7 | 3 | 9 |
| | 3.7 | 2011 | 11 | 1 | 10 | 100 | 2013 | 11 | 1 | 10 | 100 |
| | | 2012 | 11 | 1 | 10 | 100 | 2014 | 11 | 1 | 10 | 100 |
| | 3.8 | 2011 | 12 | 5 | 7 | 49 | 2013 | 12 | 7 | 5 | 25 |
| | | 2012 | 12 | 4 | 8 | 64 | 2014 | 12 | 2 | 10 | 100 |

Aviopārvadājumu laikā tas ir izmaksu pieaugums grupām 3.3.–3.8. (3.3. “Gaisa kuģu tehniskā apkope un remonts”, 3.4. “Lidojumu apkalpes locekļu atalgojums”, 3.5. “Inženiertehniskā personāla atalgojums”, 3.6. “Pārējo darbinieku atalgojums”), 3.8. “Tehniskās apkopes kopējie izdevumi”), t. i., dinamiskajiem rādītājiem d_{21} un d_{22} nesakritības ar normatīvo izraisīja pārmērīgu izdevumu pieaugumu rādītājiem d_{35} , d_{36} , d_{38} , kuru saistība ar lidojumu drošības līmeni izpaužas tāpēc, ka 2011.–2014. gadā aviokompānijai bija diezgan daudz incidentu tehnisku iemeslu dēļ.

Kā redzams 4.1. tabulā, aprēķina periodā šajā aviokompānijā nav nepieciešams runāt par ekonomiskajiem apstākļiem.

Tāpēc 2011. un 2012. gadā lidojumu drošības līmenis ir attiecīgi 12. un 11. vietā.

2013. gadā tas ierindojās 12. vietā, nākamajā gadā – atkal 12. vietā. Tas izskaidrojams ar faktu, ka 2011. gadā un 2012. gadā ieguldījumi gaisa kuģu parkā (2.2. “Investīcijas gaisa kuģos”) palielinās, taču lidojumu drošība samazinās.

Taču 2013. gadā šis rādītājs atbilst normatīvam, turklāt rādītājs, kas raksturo lidojuma apkalpes locekļu atalgojumu (3.4. “Lidojumu apkalpes locekļu atalgojums”), ir augstāks par normatīvo. Tas viss kopā nodrošināja lielāku lidojumu drošības līmeni šajā gadā, kas attiecīgi apstiprina ierosinātā modeļa pareizību.

4.2. Aviokompānijas darbības plānošanas modeļa izstrāde, ņemot vērā ekonomisko rādītāju savstarpējo attiecību mehānismu un lidojumu drošības līmeni

4.2.1. Likumsakarību mehānisms starp lidojumu drošības līmeni un aviokompānijas ekonomiskajiem rādītājiem

Kā minēts iepriekš, ekonomiskos rādītājus uzskata par īpaši nozīmīgiem, kas ietekmē aviokompānijas procesus ar noteiktu lidojumu drošības līmeni.

Šis ietekmējošais ekonomiskais rādītājs iekļaujas transporta produktu kvalitātes modelī, ņemot vērā lidojuma drošību.

Ekonomiskie rādītāji ir apstākļi, apkārtējā vide, darba vide, kurā darbojas šis faktors.

Tie atspoguļo obligātos nosacījumus, kas nepieciešami, lai izpildītu transporta procesu (ražošanas vide, darba apstākļi, pats darbs), ko raksturo tādi sarežģīti rādītāji kā investīcijas, kam raksturīgs D_2 process, un ekspluatācijas izmaksas – process D_3 .

Tādēļ ekonomiskie rādītāji vienlaikus ietekmē vairākus faktoros, norādot virzienu, veidu un ietekmi uz transporta procesu.

Informācija par ekonomiskajiem rādītājiem tiek sniegta nevis šo rādītāju absolūtās vērtībās, bet gan ar izmaiņas rādītāju d_i , kam ir diezgan noteikta ekonomiska interpretācija. Pamatojoties uz aprēķiniem (4.1. tab.) varam vispārīgi formulēt mehānismu starp lidojumu drošību un ekonomiskajiem rādītājiem.

Šī mehānisma izmantošana, plānojot investīcijas aviokompānijas infrastruktūrā un gaisa kuģu parkā, radīs optimālu ekonomisko rādītāju attiecību, ko raksturo modelis (3.3. vienādojums), kas ir priekšnoteikums lidojumu drošības uzlabošanai.

Jo augstāks ir darba kvalitātes līmenis, jo tuvāk faktiskais ekonomisko rādītāju īpatsvars gaisa pārvadājumu procesā normatīvam $D_1 > D_2 > D_3$, t. i., jo lielāks ir korelācijas līmenis starp tiem, jo lielāks lidojumu drošības līmenis ir šāda veida gaisa kuģiem. d_{ij} rādītāju izmaiņu dinamikas izpēte ļauj iegūt svarīgu informāciju par to, cik lielā mērā tika nodrošināts drošības līmenis, saistībā ar kuru ir mainījusies ekonomisko rādītāju proporcija. d_{11} drošības rādītāja

samazināšanos var izraisīt galvenokārt nelīdzsvarotība investīciju sadalē starp aviokompānijas un gaisa kuģu parka infrastruktūru.

Tā ir tipiska aviokompāniju tendence, kad to infrastruktūras investīciju pieauguma temps atpaliek no lidmašīnu parka investīciju pieauguma tempa.

Disproporcijas investīciju sadalījumā starp aviokompānijas infrastruktūru un gaisa kuģu parku gaisa transporta procesā parasti izraisa procesu izmaksu grupu D_3 (d_{3j}) – ekspluatācijas izmaksu – augstāku pieauguma tempu.

Šie iemesli ir saistīti, pirmkārt, ar nepilnībām gaisa kuģu tehniskā apkopē, otrkārt, ar personāla nepietiekamas kvalifikācijas līmeni, veiktā darba ieinteresētību (motivāciju), tādēļ nelabvēlīgu atgadījumu skaitam, kas radās tehnisku iemeslu dēļ, personāla darbību vai bezdarbību rezultātā, ir tendence augt.

Šajos apstākļos gaisa kuģa apkalpes darbība savā ziņā paliek sarežģītāka, radot pamatu kļūdīties.

Savukārt šis process izraisa atšķirības materiāli tehniskās bāzes rādītāju attīstībā un rādītājos, kas raksturo aviokompānijas operatīvo darbību vai atšķirības starp investīciju pieauguma tempiem infrastruktūrā un gaisa kuģu parkā, kā arī ekspluatācijas izmaksām, kurās pastāv investīciju deficīts.

Galū galā tas izraisīja faktu, ka lidojuma drošības novirzes, ko izraisa investīciju trūkums, to sliktā kvalitāte un neproporcionālā sadale, netiek kompensētas gaisa kuģa ekspluatācijas procesā un kopā ar lidojuma drošības novirzi, kas ir saistīta ar aviokompānijas darbinieku darbību rīcību, tiek pārnesta uz transportēšanas produktu vai rada potenciālu iespējamību lidojumu atgadījumu priekšnoteikumu rašanās.

Šajā gadījumā pastāv tendence, ka samazinās lidojumu drošība un – attiecīgi – gaisa pārvadājumu kvalitāti.

Samazināsies arī avikompānijas konkurētspēja.

Aviokompānijas noteiktos attīstības posmos var veidoties cita veida tendences attiecībā uz lidojumu drošības līmeni d_{11} un ekonomiskiem faktoriem D_{ij} . To atspoguļo autores veiktie aprēķini.

Tajā pašā laikā ir skaidri redzama noteikta d_{ij} faktoru savstarpējās ietekmes likumsakarība, kas ļauj izstrādāt operatīvo ietekmes modeli aviokompānijas integrētajā vadības sistēmā.

4.2.2. Aviokompānijas integrētās vadības sistēmas operatīvā ietekmes modeļa izstrāde

Dažādu veidu d_{ij} savstarpējo attiecību tendenču interpretācija vispārīgā veidā var tikt iegūta, pamatojoties uz iepriekš aprakstīto aviokompānijas darbības procesa modeli (3.3. vienādojums).

Modeļa ievads (sākums) būs investīciju D_2 (d_{21} , d_{22}) struktūra un dinamika. Modeļa sastāvdaļas būs:

- ekspluatācijas izmaksu izmaiņu dinamika – process D_3 ($\sum d_{3j}$);
- izejas rādītāju dinamika – process D_1 (d_{11} , d_{12}).

Modeļa struktūra ir parādīta 4.1. attēlā.

| Nr. | Ieejas struktūra un dinamika | Ekspluatācijas izmaksu tendences | | |
|-----|------------------------------|----------------------------------|----|---------------------------------------|
| | d_{21} d_{22} | $D_3(\sum d_{3j})$ | | |
| | | d_{11} d_{12} | | |
| 1 | $d_{21} > d_{22}$ | $\uparrow d_{\Sigma d_{3j}}$ | 1 | $\uparrow d_{11} < \uparrow d_{12}$ |
| 2 | | | 2 | $\uparrow d_{11} > \uparrow d_{12}$ |
| 3 | | | 3 | $\downarrow d_{11} \uparrow d_{12}$ |
| 4 | | | 4 | $\downarrow d_{11} \uparrow d_{12}$ |
| 5 | | | 5 | $\uparrow d_{11} \downarrow d_{12}$ |
| 6 | | $\downarrow d_{\Sigma d_{3j}}$ | 6 | $\uparrow d_{11} < \uparrow d_{12}$ |
| 7 | | | 7 | $\uparrow d_{11} > \uparrow d_{12}$ |
| 8 | | | 8 | $\downarrow d_{11} \downarrow d_{12}$ |
| 9 | | | 9 | $\downarrow d_{11} \downarrow d_{12}$ |
| 10 | | | 10 | $\downarrow d_{11} \uparrow d_{12}$ |
| 11 | $d_{21} < d_{22}$ | $\uparrow d_{\Sigma d_{3j}}$ | 11 | $\uparrow d_{11} < \uparrow d_{12}$ |
| 12 | | | 12 | $\uparrow d_{11} > \uparrow d_{12}$ |
| 13 | | | 13 | $\uparrow d_{11} \downarrow d_{12}$ |
| 14 | | | 14 | $\downarrow d_{11} \uparrow d_{12}$ |
| 15 | | | 15 | $\downarrow d_{11} \downarrow d_{12}$ |
| 16 | | $\downarrow d_{\Sigma d_{3j}}$ | 16 | $\uparrow d_{11} < \uparrow d_{12}$ |
| 17 | | | 17 | $\uparrow d_{11} > \uparrow d_{12}$ |
| 18 | | | 18 | $\uparrow d_{11} \uparrow d_{12}$ |
| 19 | | | 19 | $\downarrow d_{11} \downarrow d_{12}$ |
| 20 | | | 20 | $\uparrow d_{11} \downarrow d_{12}$ |

4.1. attēls. Aviokompānijas integrētās vadības sistēmas operatīvais ietekmes modelis.

Lidojuma drošības līmeņa un ekonomisko rādītāju savstarpējo attiecību veidi redzami 4.1. attēlā. Pirmos piecus savstarpējo attiecību veidus (1.–5.) raksturo fakts, ka investīciju izmaiņu temps aviokompānijas infrastruktūrā d_{21} pārsniedz gaisa kuģu parka investīciju apjomu d_{22} .

Ekspluatācijas izmaksas mēdz pieaugt. Šajā gadījumā ir tendence mainīties izejas produkcijas īpašībām (to var redzēt aprēķinos, skat. 4.1. tabulu).

Tie ļauj kvalitatīvi novērtēt izejas parametru vērtības. Piemēram, lidojumu drošības līmeņa pieauguma temps, gaisa pārvadājumu apjoms (pasažierkilometri) mēdz pieaugt mazāk nekā tonnkilometru apjoms $\uparrow d_{11} < \uparrow d_{12}$ (otrais variants).

Tas liecina, ka investīcijas ir pareizi sadalītas. Tās vērstas uz sistemātisku darbu, lai nodrošinātu lidojumu drošību.

Intensīvāk tiek uzlabota materiāli tehniskā bāze aviācijas uzņēmumā, t. i., tiek izveidoti materiālie nosacījumi, lai uzlabotu lidojumu drošību, un tikai pēc tam (mazāk intensīvi) palielina gaisa kuģu parku.

Bet paredzētās investīcijas nav pietiekamas, tām ir vajadzīgs liels darbaspēka un materiālo izmaksu apjoms.

Turklāt ar šīm investīcijām acīmredzot nepietiek, jo drošības līmeņa pieauguma tendence ir mazāka nekā gaisa pārvadājumu apjoma pieauguma tendence.

Ņemot vērā šāda veida mehānismu drošības līmeņa sasaistīšanai ar aviokompānijas ekonomiskajiem rādītājiem, būtu jāizstrādā īpašs kompānijas plāns, pamatojoties uz riska faktoru analīzi, kas izraisa īpašu situāciju rašanos lidojumā, kuras mērķis ir uzlabot atbilstošus tehniskos līdzekļus gaisa kuģu apkalpošanai, lai samazinātu darba un materiālo izmaksu apjomu, kas saistīti ar to ekspluatāciju.

Ekspluatācijas izmaksu analīze dod norādes ekonomikas režīma ieviešanai.

Ja lidojumu drošības līmenim ir tendence palielināties vairāk nekā gaisa pārvadājumu pieauguma tempam ($\uparrow d_{11} < \uparrow d_{12}$), tad kompānijas plānā būtu jāparedz pasākumi ekonomikas režīmam.

Ja tiek novērota lidojumu drošības līmeņa samazināšanās tendence, jāveic vēl detalizētāka analīze.

Šeit galvenais iemesls var būt tas, ka aviokompānijas infrastruktūras investīciju struktūra un pasākumi lidojumu drošības uzlabošanai nesakrīt ar integrētās vadības sistēmas informācijas sistēmā reģistrēto riska faktoru struktūru.

Nākamajos piecus savstarpējo attiecību veidus (6.–10.) raksturo fakts, ka ar ieejas dinamikas $d_{21} > d_{22}$ ekspluatācijas izmaksas parasti samazinās.

Septītais savstarpējo attiecību veids ir visvairāk sabalansēts, un to aviokompānijā ir nepieciešams izmantot. Ja lidojuma drošības līmenis samazinās, ir jānosaka faktors, kā dēļ tiek samazinātas ekspluatācijas izmaksas.

Vai tas nerada zaudējumus lidojumu drošības procesu uzlabošanai? Var rasties lidojuma drošības sistēmas efektivitātes samazināšanās.

Nākamajos piecus savstarpējo attiecību veidus raksturo fakts, ka investīciju izmaiņu dinamika aviokompānijas infrastruktūrā apsteidz (pārspēj) investīciju dinamiku gaisa kuģu parkā $d_{21} < d_{22}$.

Šis veids ir vispiemērotākais aviokompānijām, kas īsteno jaunu gaisa kuģu iepirkšanu. 16.–20. savstarpējo attiecību veids ir pretrunīgs.

Novirze no lidojumu drošības, ko izraisa disproporcijas ieguldījumu sadalē aviokompānijas infrastruktūrā un gaisa kuģu parkā, netiek kompensētas ar atbilstošajām ekspluatācijas izmaksām, t. i., aviokompānija neveic piemērotus pasākumus, lai kompensētu lidojuma drošības novirzes, kas saistītas ar gaisa kuģu flotes pieaugumu.

18. un 19. ir vispretrunīgākie savstarpējo attiecību veidi. Jo ātrāk šīs disproporcijas tiks novērstas, jo ātrāk tiks izveidoti optimālie ekonomiskie apstākļi lidojuma drošības palielinājumam.

Plānotajai disproporcijas novēršanai integrētajā vadības sistēmā aviokompānijai ir jāorganizē operatīvs ražošanas procesa ietekmes modelis (4.1. att.).

Lai novērtētu attiecības starp lidojumu drošības līmeni un ekonomiskajiem rādītājiem, jāizstrādā ieteikumi optimālai ekonomisko apstākļu radīšanai, lai vienmērīgi palielinātu lidojumu drošību.

4.2.3. Izstrādātās plānošanas metodoloģijas aprobācija

Izstrādātās metodes aprobācija tika veikta uz iepriekš aprakstītās aviokompānijas bāzes.

Lai uzlabotu lidojumu drošību, aviokompānijai ir jāvelta zināmas pūles, lai uzlabotu iepriekšējā perioda rezultātus.

Uzdevums ir izvēlēties tādus procesu rādītājus D_1 , D_2 un D_3 , pie kuriem ar ierobežotiem resursiem maksimāli tiek apmierinātas aviokompānijas attīstības prasības.

Šajā gadījumā aviokompānija nodrošinās pastāvīgu optimālu ekonomisko apstākļu radīšanu, lai uzlabotu lidojumu drošību.

Plānošanas mērķis ir izstrādāto rādītāju uzlabošana pētāmā laika periodā – no 2011. līdz 2014. gadam.

i -tā indeksa attīstības tendences dod vidējo kustības rādītāju $d_{i,v}$, kas tiek definēts kā vidējā vērtība un iegūts iepriekšējā pārskata periodā:

$$d_{i,v} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}, \quad (4.1.)$$

kur d_i – faktiskie kustības rādītāja indeksi iepriekšējā aprēķinu periodā;

n – gadu skaits aprēķinu periodā.

Tālāk ir nepieciešams noteikt iespējamo izmaiņu diapazonu, pamatojoties uz i -tā indeksa attīstības tendenci, izmantojot rādītāju kustības faktisko indeksu novirzes (analizētajā periodā) no vidējiem rādītājiem:

$$ni = \frac{\sum_{i=1}^n |d_i - d_{i,v}|}{n_i}, \quad (4.2.)$$

kur d_i – i -tā indikatora svārstības;

$d_{i,v}$ – i -tā indeksa kustības vidējā vērtība;

n – analizētā perioda gadu skaits.

4.3. Integrētās vadības sistēmas kvalitātes novērtēšanas metodoloģijas izstrāde un tās ietekme uz aviokompānijas konkurētspēju

Autores izstrādātais vadības novērtējuma funkcionālais modelis (*Management Functional Assessment Model – MFAM*) ir pielāgots aviokompānijas funkcionēšanas nosacījumiem un ļauj analizēt aviokompāniju, noteikt tās stiprās un vājās puses, aprakstīt prioritāro uzlabojumu jomas, sekot līdz uzlabojumu dinamikai. Tādējādi piedāvātais modelis darbojas kā instruments pastāvīgai vadības sistēmas pilnveidošanai.

Izmantotā modeļa pamatā ir sešas galvenās vadības funkcijas: prognozēšana/plānošana, darba organizācija (vadība), motivācija, kontrole, koordinācija un komunikācija.

Pirmās piecas vadības funkcijas atbilst pieciem modeļa novērtēšanas kritērijiem un veido vadības struktūru, kas savukārt nosaka sesto kritēriju – komunikāciju, kas raksturo savstarpējās attiecības aviokompānijā.

Aviokompānijas integrētās vadības sistēmas novērtējums, izmantojot šo modeli, iesaka piecu vadības funkciju analīzi, kas attiecīgi ir modeļa novērtēšanas kritērijs.

Katrā no pieciem kritērijiem ir iekļauti apakškritēriji, tādēļ funkcionālās vadības novērtējuma modelis apvieno 18 novērtēšanas kategorijas. Kritēriju kopsavilkums un struktūra atspoguļota 4.2. tabulā.

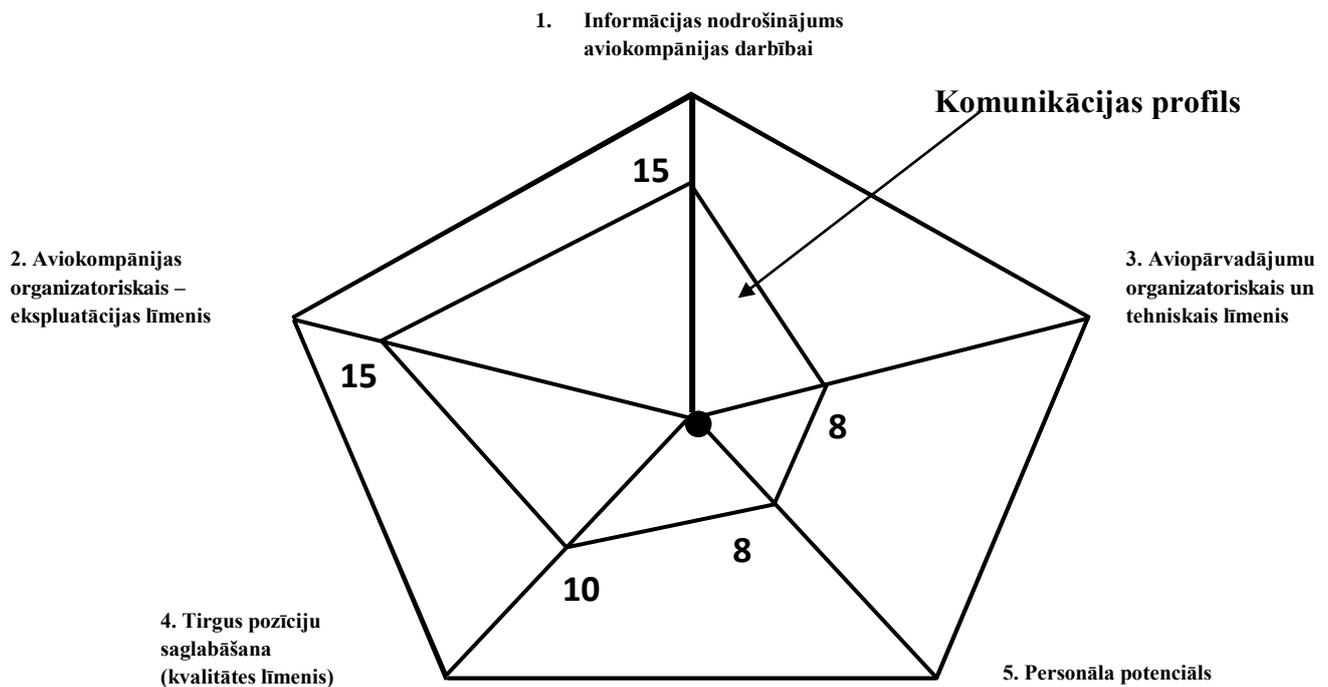
4.2. tabula

Rādītāji, kas raksturo aviokompānijas integrētās vadības sistēmas līmeni

| Rādītājs | | Rādītāja raksturojums |
|----------|---|--|
| 1. | Informācijas nodrošinājums aviokompānijas darbībai | Vadības procesu automatizācijas līmenis |
| | | Dokumentu (normatīvās bāzes) nodrošināšana aviokompānijas darbībai |
| | | Aviokompānijas informācijas riska sistēmas (IRS) attīstības līmenis |
| 2. | Aviokompānijas organizatoriskais – ekspluatācijas līmenis | Degviela un smērvielas, d_{31} |
| | | Gaisa kuģu nolietojums (amotrizācija), d_{32} |
| | | Gaisa kuģu tehniskā apkope un remonts, d_{33} |
| | | Neparedzētie izdevumi, d_{37} |
| | | Tehniskās apkopes kopējie izdevumi, d_{38} |
| 3. | Aviopārvadājumu organizatoriskais un tehniskais līmenis | Flotes atjaunošanas līmenis |
| | | Infrastruktūras un virszemes tehnikas atjaunošanas līmenis aviokompānijā |
| 4. | Tirgus pozīcijas nosargāšana (kvalitātes līmenis) | Pasažieru apgrozījums |
| | | Lidojumu regularitāte |
| | | Lidojumu drošība |
| | | Aviokompānijas rentabilitāte |
| 5. | Darbinieku potenciāls | Personāla sagatavošanas līmenis |
| | | Lidojumu apkopes locekļu atalgojums, d_{34} |
| | | Inženiertehniskā personāla atalgojums, d_{35} |
| | | Pārējo darbinieku atalgojums, d_{36} |

Lai vizuāli attēlotu novērtēšanas rezultātus, izmantosim pentagramu, balstoties uz kuras var noteikt aviokompānijas komunikācijas profilu, kas tiek veidots, pamatojoties uz katru no pieciem modeļa novērtējuma kritērijiem (4.2. att.).

Šī pieeja/metode ļauj noteikt prioritāros virzienus, kas ir nepieciešami, lai uzlabotu izstrādāto integrēto vadības sistēmu.



4.2. att. SIA “Airlines” komunikācijas profils.

Kā redzams 4.2. attēlā, uzņēmumam ir problēmas ar lidojumu organizēšanas līmeni un personāla potenciālu, un šīm vadības jomām ir nepieciešama detalizēta analīze un pilnveidošana.

Jāpatur prātā, ka veiktie pasākumi, lai uzlabotu vienu no kritērijiem, ietekmēs pārējos, t. i., kritēriji ir cieši saistīti.

Katru reizi pēc funkcionālā novērtējuma tiek veiktas koriģējošas darbības, iepriekšējais komunikācijas profils tiek pārklāts ar jauno ar mērķi, lai noteiktu konkurences vadības sistēmas uzlabojumu efektivitāti un dinamiku. Tādējādi MFAM funkcionālā modeļa ietvaros praksē tiek ieviesta aviokompānijas integrētās vadības sistēmas nepārtrauktas uzlabošanas metodoloģija.

SECINĀJUMI

1. Izstrādāta aviokompānijas lidojuma drošības nodrošināšanas sistēmas koncepcija un tās informācijas bāzes modelis, kas ir statistikas ierīce, kas paredzēta struktūrvienību un personāla neatbilstību datu apkopošanai un analīzei, kas ir saistītas ar aviokompānijas pamatdarbības rezultātiem un lidojuma drošības stāvokli. Kā arī izstrādāts lidojuma drošības rādītāju kvantitatīvs novērtējuma modelis, kas balstīts uz informācijas bāzes un pārbaudīts aviokompānijā.
2. Izstrādāts gaisa transporta kvalitātes savstarpējās sasaistes modelis, kura galvenā sastāvdaļa ir lidojumu drošības līmenis, ar kvantitatīvajiem aviokompānijas darbības rezultātiem. Noformulēti procesi, kas apraksta aviokompānijas aktivitātes un, pamatojoties uz to analīzi, iegūts rādītāju izmaiņu attiecību koeficients noteiktā laika intervālā.
3. Izstrādāda rādītāju mijiedarbības analīzes metodika, kas nosaka kvalitātes līmeņa savstarpējo saistību ar aviokompānijas ekonomiskajiem rādītājiem, kā arī izstrādāta rādītāju sistēma, kas raksturo aviokompānijas darbību attiecīgā laika periodā un to ranžēšanas pamatprincipus, kā arī šo rādītāju normatīvi (etaloni). Kā arī izstrādāta metodika, lai novērtētu atšķirību starp faktiskiem un normatīviem rādītājiem un integrētās kvalitātes vadības sistēmas lidojuma drošības līmeņa novērtēšanas kritēriji.
4. Izstrādāto modeļu aprobācija, pamatojoties uz aviokompānijas SIA "Airlines" darbības rezultātiem, liecina, ka iemesli, kāpēc faktiskie rādītāji nesakrīt ar normatīvo (etalonu), ir pietiekami precīzi, informatīvi un ticami. Tas ļauj noteikt tādas izmaiņas ekonomiskos nosacījumos un rādītājos, kas saistīti ar zināmu lidojumu drošības līmeņa samazināšanos, kā arī:
 - identificēt ekonomiskos rādītājus, kas samazina lidojumu drošību;
 - identificēt tendences, ekonomiskos rādītājos, kas samazina lidojumu drošības līmeni;
 - noteikt ekonomiskos rādītājus, mainot attiecības starp investīcijām un transporta produktu ražošanas izmaksām, kas uzlabotu lidojumu drošības līmeni.
5. Izstrādāts un pārbaudīts aviokompānijas darba plānošanas modelis, ņemot vērā ekonomisko rādītāju un lidojumu drošības līmeņa attiecības, kas ietver operatīvo ietekmi uz aviokompānijas integrētās vadības sistēmas procesiem.
6. Pētījums apstiprināja teorētiski svarīgu sakarību: jo tuvāk faktiskie rādītāji D_1 , D_2 , D_3 attiecībā pret normatīvo (lielāks korelācijas līmenis starp tiem), jo lielāks ir lidojuma drošības līmenis. Šīs sakarības ekonomiskā būtība ir šāda: jo proporcionālāk tiek sadalīti ekonomiskie rādītāji, lai atbilstītu materiāli tehnisko bāzi (D_2) un aviokompānijas darbību resursu sadalē un izmantošanā (D_3), jo augstāka ir kvalitāte un lidojuma drošība.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. L. J. Krajewski and L. P. Ritzman, Operations management: strategy and analysis. New York: Addison Wesley, 1992.
2. J. H. Weiss and M. E. Gershon. Production and Operations management. Boston: Allyn and Bacon, 1993.
3. ISO 9000 , ISO 14000 Kvalitātes nodrošināšanas sistēma, www.iso.ch.
4. ICAO Safety Management Systems (SMS) course. ICAO 2008 Revision 11 (01/01/08).
5. IOSA Standard Manual (ISM) – IATA, 12th Edition, 2018: 681 pp.
6. ISO standarts 9001:2015.
7. Leilands J. Jaunā ISO 9001:2009 standarta prasību skaidrojums. – Rīga: Latvijas Vēstnesis, 2009. – 176 lpp.
8. Dati no kompānijas SIA “Airlines” arhīva.
9. IATA un IOSA apraksts: IATA [Elektroniskais resurss] / IATA. – Resurss aprakstīts 02.03.2012. – <http://www.iata.org>.
10. ICAO starptautiskās prasības: ICAO [Elektroniskais resurss] / ICAO. – Resurss aprakstīts 05.02.2013. – <http://www.icao.int>.
11. Kvalitātes sistēmas jēdziens: Kvalitātes sistēma [Elektroniskais resurss] / Gudrinieks. – Resurss aprakstīts 05.05.2012. – <http://www.gudrinieks.lv>.
12. Eiropas tiesību akti: Eiropas Komisijas regulas [Elektroniskais resurss] / Eiropas tiesību akti – Resurss aprakstīts 05.05.2012. – <http://www.eur-lex.europa.eu>.
13. Ministru kabineta noteikumi: Likumi [Elektroniskais resurss] / Ministru kabineta likumi – Resurss aprakstīts 05.05.2012. – <http://www.likumi.lv>.
14. Komisijas regula (ES) Nr. 965/2012 (2012. gada 5. oktobris), ar ko nosaka tehniskās prasības un administratīvās procedūras saistībā ar gaisa kuģu ekspluatāciju atbilstīgi Eiropas Parlamenta un Padomes Regulai (EK) Nr. 216/2008. – Resurss aprakstīts 05.10.2012. – <http://www.eur-lex.europa.eu>.
15. Komisijas regula (EK) Nr. 1321/2014 (2014. gada 26. novembris) par gaisa kuģu un aeronavigācijas ražojumu, daļu un ierīču lidojumderīguma uzturēšanu un šo uzdevumu izpildē iesaistīto organizāciju un personāla apstiprināšanu. – Resurss aprakstīts 26.11.2014. – <http://www.eur-lex.europa.eu>.
16. Commission Regulation (EU) No 1321/2014 of 26 November 2014 on the continuing airworthiness of aircraft and aeronautical products, parts and appliances, and on the approval of organisations and personnel involved in these tasks. <https://eur-lex.europa.eu>.
17. SAFA: SAFA inspekcijas skaidrojošie materiāli [Elektroniskais resurss] / SAFA. - Resurss aprakstīts 20.11.2003. – <http://www.easa.europa.eu/approvals-and-standardisation/safety-assessment-of-foreign-aircraft-SAFA.php>.

18. SAFA: SAFA inspekcijas skaidrojošie materiāli [Elektroniskais resurss] / SAFA. – Resurss aprakstīts 20.11.2003. – <http://www.safaguide.com/European Aviation Safety Agency, SAFA Guidance Material.> – Cologne: EASA, 2012. – 215 pp.
19. В. Шестаков и др. Инженерно-организационные основы обеспечения безопасности полетов в гражданской авиации М.: Транспорт, 1987, 174 стр.
20. Зворыкин Н. М. Реализация процессного подхода на промышленном предприятии // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 1. – С. 35–40.
21. Джордж С., Ваймерскирх А. Всеобщее управление качеством: стратегии и технологии, применяемые сегодня в самых успешных компаниях. Москва: Виктория плюс, 2002.
22. Bogdane R., Šestakovs V., Dencic, D. Development of the Mathematical Model of Integrated Management System for an Airline. *Transport and Aerospace Engineering*. Nr. 3, 2016, 44.–51.lpp. ISSN 2255-968X. e-ISSN 2255-9876. Pieejams: doi:10.1515/tae-2016-0006.
23. Bogdane R. Safety News. The intercation between Quality and Safety. Riga: SmartLynx Airlines, 2009. 1pp.
24. Bogdane R. Safety News. SAFA Inspections. Riga: SmartLynx Airlines, 2012. 1pp.
25. Bogdane R. SmartLynx Internal News. Improvements of SAFA Ratio. Riga: SmartLynx Airlines, 2013. 1pp.
26. Bogdane R. Safety News. Safety Assesment of Foreign Aircraft. Riga: SmartLynx Airlines, 2013. 1pp.
27. Bogdane R. Safety News. SAFA inspections and findings in first quarter of 2013 and 2014. Riga: SmartLynx Airlines, 2014. 1pp.
28. Bogdane R., Šestakovs, V. Development of Mathematical Model of Integrated Management System for an Airline. In: 4. *Starptautiskā zinātniskā konference “Transporta sistēmas, loģistika un inženierija-2016”*: rakstu krājums, Latvia, Rīga, 30 Jun-1 Jul., 2016. Rīga: Rīgas aeronavigācijas institūts, 2016, pp. 5–12.
29. Bogdane R., Andris Vaivads, Dejan Dencic Evaluation of Management System Effectiveness in the Preparation of the Aircraft for Flight in Faulty Conditions *Transport and Aerospace Engineering*, doi: 10.1515/tae-2015-0002, 2015/2.
30. Bogdane R., Yasaretne Bandara Dissanayake, Anderasone S., Bitins A., Development of an Information Database for the Integrated Airline Management System (IAMS). *Transport and Aerospace Engineering*. Nr. 4, 2017, 11.–21.lpp. ISSN 2255-968X. e-ISSN 2255-9876. Pieejams: doi:10.1515/tae-2017-0002.
31. Bogdane R., Bitins A., Sestakovs V., Yasaretne Bandara Dissanayake, Airlines Quality Assessment Methology Taking Into account the flight safety level based on factor analysis. *Transport and Aerospace Engineering*. Nr. 6, 2018, 15.–21.lpp. ISSN 2255-968X. e-ISSN 2255-9876. Pieejams: doi:10.2478/tae-2018-0002.
32. Jastrebinskis A., Šestakovs V. The Method for Assessing the Level of Flight Safety in Airline with Small and Medium Operations. In: 4. *Starptautiskā zinātniskā konference “Transporta sistēmas, loģistika un inženierija-2016”*: rakstu

- krājums*, Latvia, Rīga, 30 Jun-1 Jul., 2016. Rīga: Rīgas Aeronavigācijas institūts, 2016, pp. 20–30.
33. Trifonovs-Bogdanovs P., Vinogradovs L., Šestakovs V. Civil Aviation Accidents and Incidents Classified According to Groups of Aviation Specialists. *Aviation*, 2013, Vol.17, Iss.2, pp.76-79. ISSN 1648-7788. e-ISSN 1822-4180. Available from: doi:10.3846/16487788.2013.805861.
 34. Šestakovs V. Airplanes Incidents Analysis because of Aviation Personnel and Evaluating the Effectiveness of Measures to Prevent Accidents. – Kielce : Polish Academy of Sciences, 2012. – 240 p. ISBN: 9788388906749 Publikācija indeksēta: SCOPUS ISI Web of Science.
 35. Šestakovs V. *Human Factors in Aviation*. 1. Rīga: RTU Izdevniecība, 2011. 90 p. ISBN 9789934101960.
 36. Lazareva I., Šestakovs V. Use of Statistical Reference Method to Improve Flight Safety. *Aviation*, 2012, Vol. 16, Iss. 2, pp. 42–46. e-ISSN 1822-4180. ISSN 1648-7788. Available from: doi:10.3846/16487788.2012.701864.
 37. Šestakovs V., Vinogradovs L., Vaivods A. Search and Emergency – Rescue Organization and Realization at Aviation Accidents in the Airport Responsibility Area // 4th International Conference on Scientific Aspects of Unmanned Aerial Vehicle: Suhedinov, Polija, Kielce, 5.–7. maijs, 2010. – 616.–619. lpp. ISBN 9788388592706.
 38. Šestakovs V., Vinogradovs L., Vaivods A. Оценка уровня безопасности полетов при отказах авиационной техники // 4th International Conference on SAUAV-2010, Polija, Suhedinov, 5.–7. maijs, 2010. – 602.–609. lpp. ISBN: 9788388592706.
 39. Šestakovs V., Smoljakova N. Economic Estimation of Efficiency of the Analysis of the Flights Security. *Transport. Aviation Transport*. Vol. 6, 2008, pp. 126–132. ISSN 1407-8015.
 40. Lapinskis Z., Shestakov V. *Various Safety Aspects of the Aircraft Flight*. Rīga: RTU Izdevniecība, 2005. 77 p. ISBN 998432754X.
 41. Smoljakova N., Laurena I., Šestakovs V. Economic Estimation of Efficiency of the Analysis of the Flights Security. *Transport. Aviation Transport*. Vol. 27, 2008, pp. 367–371. ISSN 1407-8015.
 42. Shestakov V., Dissanayake V. B. Working out Identification for special situations During Flight. Scientific proceedings of Riga Technical University transport and Engineering, Sērija 6., sējums 13., Rīga, 2003., 145.–150. lpp.
 43. Shestakov V., Petuhov I. 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.
 44. Shestakov V., Dissanayake V.B, Pankov A. Quality Control on the Basis of Entropy determination TRANSPORT Journal of Vilnius Gediminas Technical University and Lithuanian Academy of Sciences, ISSN 1648-41-42, Vol XIX, No 2, 2004, 1. 51–56.
 45. Shestakov V., Petuhov I., Pankov A. Processual method like method which helps to manage the quality of transport services Jurnal of business economics and

- management, vol IV, Nr 2, ISSN-1611-1699 North-German Academy of Informatology, 2004, 123-12.
46. Shestakov V., Petuhovs I., Pankov A. 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.
 47. Shestakov V., Pankov A. Transporta kustības drošības nodrošināšanas ekonomiskie aspekti Sērija 5., sejmums 12., Rīga, 2002.
 48. Dissanayake V.B, Shestakov V. Estimation of aircraft state inflight under the influence of adverse factor, Sērija 5., sejmums 12., Rīga, 2002.
 49. Dreimanis N., Shestakov V. Īpašo gadījumu identifikācija lidojumā Rīgas tehniskās universitātes 42. Starptautiskās zinātniskās konferences, Rīga, 2001.
 50. Pankovs A., Ceitlins V., Šestakovs V. Transporta kustības drošības nodrošināšanas ekonomiskie aspekti. Scientific procedings of Riga tehcnical uneversty, transport and engineering, serija 6, 2002, 127-131.
 51. Lilienfelde, E., Šestakovs, V. Quality Assurance Systems for Civil Aviaton. *Transport. Aviation Transport*. Vol.27, 2008, pp. 362–366. ISSN 1407-8015.
 52. История управления качеством: учебное пособие / Т. А. Салимова, Н. Ш. Ватолкина. – Москва, 2005. – 250 с.
 53. Богатырев В. Д. Основы теории управления экономическими системами: учебное пособие / В. Д. Богатырев, Б. Н. Герасимов. Федеральное агентство по образованию планирования, СГАУ. – Самара: Изд-во СГАУ, 2008. – 259 с.
 54. ICAO Doc 9859 AN/474 Fourth Edition (2018) “Safety Management Manual” (SMM): Chapter 2 pp 2–1; chapter 2.14. – 364. pages.
 55. Адлер Ю. П., Щепетова С.Е. Процессное описание бизнеса - основа основ и для системы экономики качества // Стандарты и качество. – 2002. – № 2. – с. 66–69.
 56. Барвинок В. А., Наумов Л. А., Лата Н. И., Титова В. В. (Филина В. В.) Интегрированная система менеджмента авиапредприятия // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2005. – № 4 – С. 22–25.
 57. Наумов Л. А., Лата Н. И., Титова В. В. (Филина В. В.) Интеграция менеджмента качества в гражданской авиации // Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции «Новые материалы и технологии. НМТ-2004». Том 3 – Москва: «МАТИ», 2004 – С. 165.
 58. Наумов Л. А., Филина В. В. Разработка интегрированной системы менеджмента в гражданской авиации // Сборник материалов пятой Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством» – Москва: «МАТИ», 2006 – С. 63.
 59. Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.

60. Дьяков Н. С., Круг К. Я. Применение методов ранговой корреляции при исследовании сложного производственного процесса. М.: Наука, 2004. – 142 с.
61. <http://www.finexpert.ru> – сайт развития систем управления организацией, посвящен проблемам моделирования и внедрения процессного подхода.
62. Методы экспертных оценок – М.: Наука, 1975. – 47 с.
63. Горбашко Е. А. Управление качеством: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
64. Ефимов В. В. Управление качеством: Учеб. пособие. – Ульяновск: УЛГТУ, 2000. – 141 с.
65. Мишин В. М. Управление качеством: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации». – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
66. А. Г. Мокроносов, И. Н. Маврина КОНКУРЕНЦИЯ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ Екатеринбург Издательство Уральского университета 2014, – 195 с.
67. Говорова Н. Конкурентоспособность – основной фактор развития современной экономики / Н. Говорова // Проблемы теории и практики управления. 2006. № 4. С. 25–37.
68. Грант Р. М. Современный стратегический анализ / Р. М. Грант; пер. с англ. под ред. В. Н. Фунтова. 5-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2008. 560 с.
69. Кит П. Управленческая экономика. Инструментарий руководителя: пер. с англ. / П. Кит, Ф. Янг. 5-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2008. 624 с.
70. Портер М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / М. Портер. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 454 с.
71. Анализ FMEA: пример и применение <http://fb.ru/article/317895/analiz-fmea-primer-i-primenenie>.
72. MFAM Management Functional Assessment Mode
[https://www.acronymfinder.com/Management-Functional-Assessment-Model-\(MFAM\).html](https://www.acronymfinder.com/Management-Functional-Assessment-Model-(MFAM).html).
73. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
74. Литвак Б. Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1977.
75. Литвак Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений М.: Патент, 1996.
76. International Civil Aviation Organization, Doc. 9422 (2005) ICAO Accident Prevention Programme. Available: www.icao.int/publications.
77. McCarthy J. (U. S. Naval Research Laboratory), Schwartz M. (AT & T). Modeling Risk with the Flight Operations Risk Assessment System (FORAS). Conference of ICAO in Rio-de-Janeiro – Brazil.
78. ICAO, Globālais lidojumu drošības plāns, 2007.
79. “Global Air Navigation Plan – ICAO,” 3rd ed. 2007.

80. ICAO Doc 9734 AN/959 (2017) "Safety Oversight Manual".
81. ICAO Safety Management Systems (SMS) Course. ICAO 2008 Revision 11 (01/01/08).
82. L. Liepa, Kvalitātes vadības sistēma. Biznesa partneri, 2016.
83. ISO 9000, ISO 14000 Kvalitātes nodrošināšanas sistēma. Available: www.iso.ch. Accessed on: January 22, 2018.
84. Chris R. Glaeser. How to Employ Risk Management at a Major Air Carrier. 2004, p. 57.
85. McCarthy J. (U. S. Naval Research Laboratory), Schwartz M. (AT & T). Modeling Risk with the Flight Operations Risk Assessment System (FORAS). Conference of ICAO in Rio-de-Janeiro – Brazil, 2014.
86. Helmreich, R. L., Klinec, J. R. and Wilhelm, J. A. (1999). Models of threat, error, and CRM in flight operations. In Proceedings of the Tenth International Symposium on Aviation Psychology (pp. 677–682). Columbus, Ohio, U. S.: The Ohio State University.
87. A. Gabus and E. Fontela, World Problems an Invitation to Further Thought within the Framework of DEMATEL, Battelle Geneva Research Centre, Switzerland Geneva, 1972.
88. E. Fontela and A. Gabus, Eds., The DEMATEL Observe, Battelle Institute, Geneva Research Center, 1976. C. V. Oster, J. S. Strong, and C. K. Zorn, Why Airplanes Crash: Aviation Safety in a Changing World. Oxford, 1992.
89. A. Merritt and J. Klinec, "Defensive Flying for Pilots: An Introduction to Threat and Error Management," The University of Texas Human Factors Research Project, The LOSA Collaborative, 2006.
90. Boeing Accident Map Aviation Safety Network, Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, 1959–2008. [Online]. Available: <http://aviation-safety.net/statistics/geographical/worldmap.php?year=2008>. Accessed on: December 13, 2017.
91. Available: http://www.icao.int/publications/Documents/9750_3ed_en.pdf [Accessed: March 10, 2016].
92. Quality management, International standards ISO 9000. [Online]. Available:http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.htm [Accessed: March 5, 2016].
93. Zygon Baltic Consulting, OHSAS-18000, [Online]. Available: <http://zygon.lv/en/consultations/ohsas-18000-3/>[Accessed: March 20, 2016].
94. European Aviation Safety Agency, SAFA Guidance Material. Cologne: EASA, 2012.
95. Quality management. International standards ISO 9000. [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.htm. Accessed on: March 5, 2016.
96. IOSA standarta Rokasgrāmata. IATA, 2012. J. Beck and B. McLoughlin, "Maintenance Program Enhancements," Boeing – AeroMagazine, Qtr 04, 2006, pp. 24–27.

97. M. Gdalevitch, "Aviation Maintenance Technology," MSG-3, The Intelligent Maintenance, November 2009 [Online]. Available: <http://www.aviationpros.com/article/10388498/msg-3-the-intelligent-maintenance> [Accessed: Feb. 11, 2014].
98. S. P. Ackert, "Basics of Aircraft Maintenance Programs for Financiers" [Online]. Available: <http://www.scribd.com/doc/149666853/Basics-of-Aircraft-Maintenance-Programs-for-Financiers-v1#scribd> [Accessed: Feb. 11, 2015].
99. Thomas, M. J. W. (2003). Improving organisational safety through the integrated evaluation of operational and training performance: An adaptation of the Line Operations Safety Audit (LOSA) methodology. *Human Factors and Aerospace Safety*, 3 (1), 25–45.
100. Matthew J. W. Thomas, Renee M. Petrilli and Drew Dawson An Exploratory Study of Error Detection Processes During Normal Line Operations. Centre for Applied Behavioural Science, University of South Australia, 2013.
101. Safety Management Systems in Aviation Alan J. Stolzer, Carl D. Halford and John J. Goglia, 2008.
102. Chapter 4 Hazards 109 Chapter 5 Risks 129 Chapter 6 Controls 153 <https://www.taylorfrancis.com/books/9781351149631>.
103. A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis <https://www.taylorfrancis.com/books/9781351962360>.
104. Douglas A. Wiegmann and Scott A. Shappell 2003 file:///C:/Users/rub/Downloads/9781315263878_preview.pdf.
105. Building an effective safety management system for airlines <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096969970700097X>.
106. Joel E. Ross – 2017 file:///C:/Users/rub/Downloads/9781351407786_googlepreview.pdf.
107. Fundamentals of Total Quality Management file:///C:/Users/rub/Downloads/9781135728656_googlepreview.pdf.
108. Safety Management and Risk Modelling in Aviation The challenge of quantifying management influences. file:///C:/Users/rub/Downloads/Safety_management_and_risk_modelling_in_aviation.
109. William B. Johnson, Michael E. Maddox (2007) "A model to explain human factors in aviation maintenance". *Avionics news*.
110. Adrian J. Xavier (2005) "Managing human factors in aircraft maintenance through a performance excellence framework". Embry-Riddle Aeronautical University: 35–37.
111. Summary of US Civil Aviation Accidents for Calendar Year 2012 <http://www.nts.gov/investigations/data/Pages/2012%20Aviation%20Accidents%20Summary.aspx>.
112. Robert L. Helmreich¹, James R. Klinect & John A. Wilhelm System safety and Threat and Error management: The Line operational Safety Audit (LOSA). University of Texas Human Factors Research Project Department of Psychology The University of

- Texas at Austin. Austin Texas Accident map Aviation Safety Network
<http://aviation-safety.net/statistics/geographical/worldmap.php?year=2015>.
113. Accident statistics <http://www.planecrashinfo.com/cause.htm>=2016.
 114. ICAO Annex 19 “Safety Management”, 1st edition, July 2013.
 115. Safety Management Systems in Aviation Alan J. Stolzer, Carl D. Halford and John J. Goglia, 2008. Chapter 4 Hazards 109 Chapter 5 Risks 129 Chapter 6 Controls 153
<https://www.taylorfrancis.com/books/9781351149631>
file:///C:/Users/rub/Downloads/9781351149648_preview.pdf.
 116. A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis
<https://www.taylorfrancis.com/books/9781351962360> Douglas A. Wiegmann and Scott A. Shappell 2003
file:///C:/Users/rub/Downloads/9781315263878_preview.pdf.
 117. James J.H.Liou, LeonYen, Gwo-Hshiong Tzeng “Building an effective safety management system for airlines” Journal of Air Transport Management, Volume 14, Issue 1, 2008
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096969970700097X>
 118. Joel E. Ross “Total quality management: Text, cases, and readings”, Third edition, 2017 file:///C:/Users/rub/Downloads/9781351407786_googlepreview.pdf
 119. <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/694.pdf> Operational Risk Assessment [ARMS].
 120. O. Gorbachevs (2017) “Aviācijas personāla svarīgāko profesionālo iemaņu novērtēšana”, Promocijas darbs, RTU Izdevniecība: 67–75.
 121. William B. Johnson, Michael E. Maddox (2007) “A model to explain human factors in aviation maintenance”. Avionics news.
 122. Adrian J. Xavier (2005) “Managing human factors in aircraft maintenance through a performance excellence framework”. Embry-Riddle Aeronautical University: 35–37.
 123. Summary of US Civil Aviation Accidents for Calendar Year 2012
<http://www.ntsb.gov/investigations/data/Pages/2012%20Aviation%20Accidents%20Summary.aspx>.
 124. <http://avia.pro/blog/iosa>.

DARBĀ IZMATOTIE SAĪSINĀJUMI

ATS – aviācijas transporta sistēmas

ARMS – aviācijas riska pārvaldības risinājumi (*Aviation Risk Management Solutions*)

CAA – Civilās aviācijas aģentūra

EASA – Eiropas Aviācijas drošības aģentūra (*European Aviation Safety Agency*)

FAA – federālās aviācijas administrācija (*Federal Aviation Authority*)

FAR – federālās aviācijas prasības (*Federal Aviation Requirements*)

FDM – lidojuma parametru atšifrēšana (*Flight Data Monitoring*)

HFACS – cilvēka faktoru analīzes un klasifikācijas sistēma (*Human Factors Analysis and Classification System*)

IATA – Starptautiskā gaisa transporta asociācija (*International Air Transport Association*)

ICAO – Starptautiskā civilās aviācijas organizācija (*International Civil Aviation Organization*)

IIS – Integrētā informācijas sistēma

IOSA – IATA (*International Air Transport Association*) gaisa kuģa ekspluatācijas drošības audits (*IATA (International Air Transport Association) Operational Safety Audit*)

IRS – informācijas risku sistēma

ISO – Starptautiskā standartizācijas organizācija (*International Organisation for Standardization*)

IVS – integrālā vadības sistēma

JAA – Apvienotā aviācijas institūcija (*Joint Aviation Authority*)

KVS – kvalitātes vadības sistēma

MFAM – vadības novērtēšanas modelis (*Management Functional Assessment Model*)

OPC – IATA (*International Air Transport Association*) ekspluatācijas komiteja (*IATA (International Air Transport Association) Operational Committee*)

SIA – sabiedrība ar ierobežotu atbildību

SMS – drošības vadības sistēma (*Safety Management System*)