



TRANSPORTA UN SAKARU INSTITŪTS

MARINA REBEZOVA

**AVIĀCIJAS PAPILDPAKALPOJUMU
LOĢISTIKA UN OPTIMIZĀCIJA GAISA TRANSPORTĀ**

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS

Izvirzīts inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda iegūšanai

Zinātnes nozare „Transports un satiksme”
apakšnozare „Telemātika un loģistika”

Zinātniskais vadītājs
Dr. habil. sc. ing., profesors
Aleksandrs Andronovs

RĪGA – 2017

UDK 656.7.072

R 30

Transporta un sakaru institūts

Rebezova M.

Aviācijas papildpakalpojumu loģistika un optimizācija gaisa transportā: Promocijas darba kopsavilkums. Rīga: Transporta un sakaru institūts, 2017.

Iesniegtajā materiālā saglabāts autora stils un noformējums.

ISBN 978-9984-818-71-9

© M. Rebezova, 2017

© Transporta un sakaru institūts, 2017

**PROMOCIJAS DARBS IESNIEGTS TRANSPORTA UN SAKARU
INSTITŪTĀ INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA ZINĀTNISKĀ
GRĀDA IEGŪŠANAI (Dr.sc.ing.)**

OFICIĀLIE RECENZENTI:

Dr.sc.ing. Irina Jackiva
Profesore, Transporta un sakaru institūts
Rīga, Latvija

Dr.habil.sc.ing. Vladimirs Šestakovs
Profesors, Rīgas Tehniskā universitāte
Rīga, Latvija

Dr.habil.sc.ing. Ramūnas Palšaitis
Profesors, Viļņas Gedimina Tehniskā universitāte
Viļņa, Lietuva

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2017.gada 5. jūlijs plkst. 14.00 Transporta un sakaru institūta promocijas padomē pēc adreses: Lomonosova iela 1, 130.aud. Rīga, Latvija. tālr. (+371) 7100594, fakss: (+371) 7100535

APSTIPRINĀJUMS

Es apstiprinu, ka esmu izstrādājusi doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Transporta un sakaru institūta inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda (Dr.sc.ing.) iegūšanai. Dots promocijas darbs iepriekš nav iesniegts izskatīšanai citās promocijas padomēs.

_____, 2017

M. Rebezova

Promocijas darbs ir uzrakstīts angļu valoda, sastāv no ievada, 5 nodaļām un nobeiguma, iekļauj 22 attēlus, 42 tabulas, 3 pielikumus un 148 lappuses. Izmantotas literatūras sarakstā 105 ir avoti.

SATURS

| | |
|--|----|
| ANOTĀCIJA..... | 5 |
| DARBĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI..... | 6 |
| 1. Pētījuma aktualitāte un motivācija | 7 |
| 2. Pētījuma objekts un priekšmets | 9 |
| 3. Pētījuma mērķis un uzdevumi | 9 |
| 4. Temata izpētes pakāpe..... | 10 |
| 5. Pētījuma metodoloģija un metodes..... | 13 |
| 6. Pētījuma zinātniskā novitāte..... | 14 |
| 7. Pētījuma praktiskais nozīmīgums un rezultātu realizācija..... | 14 |
| 8. Darba aprobācija | 15 |
| 9. Disertācijas struktūra | 15 |
| 10. Aizstāvamās tēzes | 16 |
| 11. Pētījuma galveno rezultātu apskats | 17 |
| 11.1 Pasaules pasažieru gaisa transporta pakalpojumu pašreizēja stāvokļa, attīstības problēmu un tendenču analīze..... | 17 |
| 11.2 Modeļa formēšana attīstībai un investīciju sadalei papildu ne-aviācijas projektiem GT uzņēmumos..... | 21 |
| 11.3 Tīkla plānošanas modeļa izstrādājums dokumentu apstrādes procesam pie pakalpojumu pārdošanas GT uzņēmumos | 24 |
| 11.4 Savstarpēju norēķinu modelis par dalībnieku saistībām pie pakalpojumu pārdošanas gaisa transportā | 27 |
| 11.5 Ceļojumu aģentūru monitorings uz bāzi to darbības radītāju daudzfaktoru prognozi | 29 |
| 12 NOBEIGUMS..... | 32 |
| AUTORA PUBLIKĀCIJU SARAKSTS..... | 35 |

ANOTĀCIJA

Marinas Rebezovas promocijas darbs „Aviācijas papildpakalpojumu loģistika un optimizācija gaisa transportā”. Darba zinātniskais vadītājs habilitēts inženierzinātņu doktors, profesors Aleksandrs Andronovs.

Pētījuma mērķis ir izstrādāt metodoloģiju ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu kompleksa izveidi pasažieru gaisa transporta (aviopārvadātāju) uzņēmumos, kuros dokumentāls noformējums tiek veikts, izmantojot gaisa transporta savstarpējo norēķinu sistēmu (WSS) standarta pārvadājumu dokumentus (STD) , un tādu pakalpojumu pārdošanas rezultātu apstrādes loģistikas optimizācijai.

Darbā izanalizēta pārdošanas pieredze un organizācija par aviācijas papildpakalpojumu vienā no pasaules WSS, ko oficiāli sauc par IATA (International Air Transport Association, Starptautisko Gaisa transporta asociāciju) «Savstarpējo norēķinu sistēma gaisa transportā - Transporta klīringa palāta” (ATSS-TCH), veikti statistiskie un optimizācijas pētījumi, apkopoti iegūtie rezultāti, piedāvāti matemātiskie modeļi ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu kompleksa izvēlei un formēšanai, izstrādātas ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanas organizēšanas, loģistikas un to savstarpējās norēķinu tehnoloģijas zinātniski metodiskie pamati, sniegtas rekomendācijas to praktiskai ieviešanai AT uzņēmumos.

Promocijas darba materiāli iekļauti ATSS-TCH standartos, ATSS-TCH savstarpējo norēķinu tehnoloģijā un civilās aviācijas augstskolām paredzētajos mācību līdzekļos.

Iegūtajiem rezultātiem ir universāls raksturs un tos var izmantot arī cita veida transporta pārvadājumu pārstāvji.

Pētījuma rezultāti aprobēti piecās starptautiskās zinātniski praktiskās konferencēs un atspoguļoti 18 zinātniskajās publikācijās.

DARBĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI

| | |
|----------|--|
| AA | Accredited Agency |
| ACCS | Airline Control Council of Settlement |
| AT | Air Transport |
| ATSS-TCH | Air Transport Settlement System – Transport Clearing House |
| CA | Civil Aviation |
| CET | Centre of Electronic Ticketing |
| CRS | Computer Reservation System |
| EMD | Electronic Miscellaneous Document |
| ET | Electronic Ticket |
| GDS | Global Distribution System |
| IPS | Internet Point of Sale |
| IS TCH | Information System of Transport Clearing House |
| IT | Information Technologies |
| MCO | Miscellaneous Charges Order |
| SII | System of Interactive Interchange |
| SIR | System of Interactive Reporting |
| SRSS | System of Rail Service Sales |
| SSC | Settlement System Conference |
| STD | Standard Traffic Document |
| TCH | Transport Clearing House |
| WSS | World Settlement System |

1. PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE UN MOTIVĀCIJA

Pašreizējā laika posmā pasažieru gaisa transportā (AT) plaši tiek izmantoti dažādu loģistikas shēmu daudzlīmeņu pakalpojumu sadales kanāli, viens no tiem – „aviokompānija” – „konsolidators” – „aģents”. Par visefektīvākajiem konsolidatoriem pēdējās desmitgadēs uzskatāmas pasaules savstarpējo norēķinu sistēmas (WSS), kurām piemīt šādās īpašības:

- savu standarta pārvadājuma dokumentu (STD) izmantošana (neitrāli attiecībā pret pārvadātājiem), kas ieviesti ar attiecīgām IATA (International Air Transport Assotiation) rezolūcijām, ar kurām tiek noformētas pārdotās preces un ko atzīst visi attiecīgās WSS dalībnieki;
- pakalpojumu rezervēšana un pārdošana neitrālā WSS vidē, izmantojot tikai globālās sadales sistēmas (GDS), kas akreditētas WSS, un nesniedzot pakalpojumu pārdošanas konkurējošas priekšrocības nevienam no WSS dalībniekiem;
- vienotu informācijas tehnoloģiju izmantošana katras WSS ietvaros pārdoto pakalpojumu savstarpējos norēķinos starp WSS dalībniekiem.

Aviokompānijām –dalībniecēm WSS nodrošina ievērojamu izdevumu ekonomiju savas pārstāvniecības un aģentūras vides izveidei.

Pašlaik pasaulē funkcionē trīs WSS:

- Amerikas sistēma ASP (Area Settlement Plan), kas darbojas korporācijas ARC (Airlines Report Corporation) pārvaldībā;
- Eiropas BSP (Bank Settlement Plan), kas darbojas asociācijas IATA pārvaldībā;
- Krievijas ATSS CCS-TCH, kas darbojas Transporta klīringa palātas (TCH) pārvaldībā.

Katra no šīm WSS emitē savus standarta pārvadājuma dokumentus (STD), svarīgākie no kuriem ir:

- elektroniskās biļetes (ET), kas paredzētas pamatpakalpojuma- pasažieru pārvadāšanas, noformēšanai;
- elektroniskie vairākmērķu dokumenti (EMD), kas paredzēti papildus pakalpojumu noformēšanai.

Pasaulē pa WSS kanāliem tiek pārdotas un noformētas ar STD līdz pat 60% pasažieru gaisa transporta pakalpojumi par kopējo summu vairāk nekā 600 mljrd.USD.

Pasaulē pasažieru gaisa transportā turpinās ilgtspējīga attīstība ar vidējo pārvadājumu apjoma gada pieaugumu līdz 5%. Tomēr, tradicionālo aviokompāniju finanšu stāvoklis ir ļoti smags. No IATA ģenerāldirektora ziņojumiem ikgadējās kopsapulcēs izriet, ka tradicionālo

aviokompāniju pašreizējais parāds ir vairāk nekā 200 mljrd.USD, turklāt tikai 50 mljrd.USD izveidojies pēdējā desmitgadē (līdz 2012.gadam).

Tajā pat laikā, zemo cenu aviokompānijas (Low Cost), kas netiek iekļautas IATA statistikā, atšķirībā no tradicionālām aviokompānijām uzrāda ne tikai arvien pieaugošus darba apjomus (pašlaik aizņemot līdz 25% kopējā pasažieru pārvadājumu apjomā), bet arī savas darbības rentabilitāti. Tāds rezultāts tiek sasniegts izmantojot jaunus biznesa modeļus, ko pamatā raksturo:

- visas iekšējās saimnieciskās darbības un aviācijas apkalpošanas izdevumu „totāla” minimizācija;
- tikai tiešo pakalpojumu sadales kanālu izmantošana caur tīmekļa vietnēm;
- maksimāla pamatpakalpojumu sadalīšana- aviopārvadājumi, nošķirot no šī procesa atsevišķi tarificējamus papildus aviācijas pakalpojumus;
- ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu sastāva kvalitatīva paplašināšana.

Tradicionālās aviokompānijas nevar pilnībā sekot „zemo cenu” aviokompāniju ceļam, jo tām ir savs pasažieru kontingents ar savām vajadzībām un ieradumiem. Tomēr atsevišķas pasažieru apkalpošanas jaunās biznesa modeļu iespējas sākuši ieviest praksē arī tradicionālās aviokompānijas. Pie tādām iespējām jāpieskaita:

- no pasažieru aviopārvadājumiem tiek nošķirti pakalpojumi, kuru vērtība iepriekš tika ietverta pakalpojumu pamattarifā, un tie tiek piedāvāti pasažieriem kā papildus pakalpojumi atsevišķi no tarificētajiem pakalpojumiem;
- ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu spektra paplašināšana, tai skaitā pārvadājumi ar kombinētajiem sauszemes transporta veidiem, hoteļu pakalpojumi, automobiļu noma u.c.

Sākot ar 2009.gadu aviokompānijas sāka piedāvāt savus papildus pakalpojumus caur savām tīmekļa vietnēm. Papildus aviācijas pakalpojumi izveidoja jaunu tirgu, kas tikai 2014.gadā ienesa aviokompānijām vairāk nekā 50 mljrd. USD papildus ienākumus.

Tādējādi, ar aviāciju saistīto un nesaistīto papildus pakalpojumu spektra paplašināšanās, ko veido un realizē kā pašas aviokompānijas caur saviem tiešajiem kanāliem, noformējot pārdošanas operācijas ar saviem pārdošanas dokumentiem, tā arī izmantojot WSS kanālus noformējot pārdošanu ar STD, pašlaik uzskatāms par vienu no svarīgākajiem rentabilitātes paaugstināšanas virzieniem tradicionālās aviokompānijās, kā arī attīsta WSS un tajās akreditēto aģentu biznesu.

Problēmas aktualitāti raksturo arī 2012. gada IATA projekta NDC (New Distribution Capability) rezolūcija 787, kuras būtība saistīta ar jauna ziņojumu apmaiņas un papildus

pakalpojumu rezervēšanas un pārdošanas tehnoloģiskā atbalsta produktu standarta izstrādi pasažieru AT.

2. PĒTĪJUMA OBJEKTS UN PRIEKŠMETS

Pētījuma objekts ir pirms un pēc pārdošanas procesi aviokompāniju atbalsta dienestos (back office) un WSS, kas saistīti ar papildus pakalpojumu izveidi un to virzīšanas tirgū loģistiku, dokumentācijas apstrādes tehnoloģiju un tīkla grafiku izstrādi šo pakalpojumu realizēšanai kopīgi ar aviopārvadājumiem, savstarpējiem norēķiniem, ceļojuma aģentūru maksātnespējas riska draudu līmeņa novērtējumam un monitoringam.

Pētījuma priekšmets – pirms un pēc pārdošanas procesu optimizācijas modeļi un metodes aviokompāniju atbalsta dienestos (back office) un WSS visā ķēdē: „pārdošanai piedāvāto papildus pakalpojumu optimālu kopu izveide → papildus pakalpojumu pārdošanas rezultātu apstrāde → savstarpējie norēķini par pārdotajiem papildus pakalpojumiem → ceļojumu aģentūru darbības monitorings”.

3. PĒTĪJUMA MĒRĶIS UN UZDEVUMI

Promocijas darba pētījuma **mērķis** ir metodoloģijas izstrāde ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu kompleksa formēšanai un optimizācijai, kurus realizē kopīgi ar aviācijas pakalpojumiem, to loģistikai un pēc pārdošanas rezultātu apstrādei.

Izvirzītā mērķa realizācijai, bija nepieciešams atrisināt šādus pētījuma priekšmeta uzdevumus:

1. Izanalizēt papildus pakalpojumu formēšanās un pārdošanas statistiku globālajā ceļojumu un tūrisma pakalpojumu pārdošanas tirgū.
2. Noskaidrot ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu formēšanās kompleksā ar aviācijas pakalpojumiem, un to sastāva, procesu un savstarpējo norēķinu tehnoloģiju optimizācijas problēmu jautājumus.
3. Izstrādāt gaisa transporta savstarpējo norēķinu loģistikas un tehnoloģiju metodiskos pamatus attiecībā pret aviokompānijām un aģentiem, kas realizē pakalpojumus neitrālajā vidē ATSS-TCH.
4. Izstrādāt optimizācijas stohastisko modelis, lai izvēlētos projektus ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu formēšanai kompleksā ar aviācijas pakalpojumiem AT uzņēmumos (aviokompānijās, WSS), kas ņem vērā ierobežojumus plānotā perioda kopējās izmaksās un izdevumu samazinājumu sinerģiju kopīgi realizējamiem pamata un papildus pakalpojumiem.

5. Izveidot matemātisko modeli savstarpējo saistību dzēšanas uzdevuma atrisināšanai savstarpējos norēķinos par apvienoto aviācijas un ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanai BT uzņēmumos.
6. Izveidot savstarpējo norēķinu procesa tīkla grafika visu darbu izpildes laika sadalījuma atrašanas uzdevuma modeli aviācijas un ar aviāciju nesaistītu papildus pakalpojumu kopīgas pārdošanas apstākļos.
7. Izstrādāt aģentūras bankrota riska draudu līmeņa apriori novērtējuma statistisko modeli, kas konkrētajai aģentūrai ņem vērā kā arējos, tā arī iekšējos faktorus.
8. Izstrādāt datorprogrammas un realizēt skaitliskus eksperimentus, izmantojot izveidotos matemātiskos modeļus uz reālu datu pamata ATSS-TCH.

Tādējādi, pētījuma konceptuālā pieeja saistīta ar sekojošo. Balstoties uz ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanas statistisko analīzi, to attīstības tendencēm, problēmām un perspektīvām, izstrādāt attiecīgus matemātiskos modeļus, izanalizēt to pielietojumu aplūkoto uzdevumu atrisināšanai gaisa transporta uzņēmumos par piemēru izmantojot ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanu neitrālajā vidē ATSS-TCH.

4. TEMATA IZPĒTES PAKĀPE

Izvirzītās pētījuma problēmas uzdevuma risinājuma sarežģītība bija saistīta ar diviem resursiem:

1. Ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanas organizēšanas, statistikas un ekonomijas pieredzes trūkums vadošo pasaules WSS – BSP IATA un ASP ARC neitrālajās vidēs.
2. Sakarā ar komercnoslēpumu aizsardzību, teorētiskajiem pētījumiem nav pieejami vadošo WSS – ARC un BSP IATA, materiāli.
3. Ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanas un savstarpējo norēķinu ATSS-TCH sākotnējās pieredzes apkopošanas nepieciešamība, attiecīgu operāciju pētīšanas teorijas modeļu izvēle un to pielietojums izvirzīto optimizācijas uzdevumu atrisināšanai.

Tādējādi, ATSS-TCH, tai skaitā piedaloties disertācijas autoram, sākotnēji tika atrisināti savstarpējo norēķinu organizācijas, loģistikas un tehnoloģijas metodoloģisko pamatu izstrādes uzdevumi, pārdodot ar aviāciju nesaistītos papildus pakalpojumus, pēc tam - statistiskie un optimizācijas pētījumi, un pēc tam – veikts iegūto rezultātu apkopojums, lai noskaidrotu to iespējamo pielietojumu arī citās WSS un aviokompānijās.

Jāatzīmē, ka ATSS-TCH organizācijas pamatus, kas sākotnēji bija balstīti uz ASP ARC risinājumiem, lika zinātnieku kolektīvs A.Fraimana vadībā jau 1990.gadā Rīgas Civilās

aviācijas inženieru institūtā. ATSS-TCH izveides vēsture, nodrošinājuma veidi un pašreizējā situācija detalizēti aprakstīti TSI mācību līdzeklī «Основы СББТ» E.Mahareva redakcijā un mācību līdzeklī Krievijas federācijas augstskolu studentiem «Введение в СББТ» E.Mahareva un S.Iļičeva redakcijā, daļa no kuru materiāliem iekļauti autores disertācijā. Vairāki metodiski jautājumi izpētīti E.Drozda, V.Klubova zinātniskajās publikācijās.

ATSS-TCH darbības normatīvais nodrošinājums balstīts uz aptuveni simts standartiem, kurus izmanto visi šīs sistēmas dalībnieki savstarpējos norēķinos un rezervēšanā, tai skaitā arī Latvijas aviokompānija Air Baltic un citu Eiropas Savienības valstu aviokompānijas, kā arī daudzas šo valstu akreditētas aģentūras. Ideja organizēt ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanu ATSS-TCH balstīta uz attiecīgo IATA rezolūciju normatīvajiem aktiem un tehnoloģijām par dažādu dokumentu par nodevu samaksu (MCO) apstrādi un ieviešanu darbībā uzsākšanu 2006.gadā, elektronisko dokumentu par nodevu samaksu (EMCO) ieviešanu 2008.gadā, un galvenais – neitrālā EMD ieviešanu.

Neskatoties uz IATA pieņemtajām rezolūcijām, tai skaitā par tādiem nozīmīgiem standarta pārvaldājumu dokumentiem kā EMD, šo instrumentāriju vēl arvien neizmanto BSP IATA un ASP ARC ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanai savās neitrālajās vidēs. Ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu realizācijas metodēm un metodoloģijai ir korporatīvs, nevis neitrāls raksturs, bet šīs jomas optimizācijas uzdevumu risinājumu teorētiskais pamatojums ir konfidenciāls un atklātajās publikācijās praktiski nav pieejams. Pirmie uz EMD ARC un EMD BSP noformētie papildus aviācijas pakalpojumi attiecināmi uz 2011.gada beigām. Tādējādi, ATSS-TCH kļuva par pirmo WSS pasaulē, kas realizēja ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu noformēšanas iespēju uz EMD jau 2008.gada beigās.

Vispārīgi ir skaidrs, ka ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanas organizēšanas un ar to saistītajiem savstarpējiem norēķiniem neitrālajās vidēs WSS metodoloģiskiem pamatiem ir jābūt balstītiem uz jau esošām pamata un papildus aviācijas pakalpojumu savstarpējo norēķinu un pārdošanas organizēšanas metodēm un tehnoloģijām, ko nosaka gan tehnoloģiski, gan ekonomiski apsvērumi. Tādas pārdošanas un savstarpējo norēķinu organizēšanas principi un tehnoloģijas ir detalizēti izstrādāti un atspoguļoti attiecīgajās IATA rezolūcijās, kā arī IATA Konferences dokumentos. Šo dokumentu izstrādes nopelni pilnībā pieder IATA speciālistiem, vadošo pasaules aviokompāniju komercspeciālistiem, kā arī GDS pakalpojumu piegādātāju speciālistiem Amadeus, Galileo un Sabre. Īpaši jāatzīmē IATA speciālistu un departamenta vadītāju: Brian Pearce, Eric Leopold, Sebastien Touraine, David McEwen, Jane Watkins, Thibant Ruy, Daniel XU, Enrique Wallace, koordinējošo lomu dotās problēmas izstrādē.

Izejot no augstāk minētā, tādi organizācijas jautājumi kā darbības saistībā ar papildus pakalpojumu pārdošanas ieviešanas, realizācijas procesu izveidi, apvienošanu, atbalstu un kontroli, kā arī attīstības perspektīvām ATSS-TCH, savulaik izvirzījās priekšplānā, un, attiecīgi, tām bija nepieciešama detalizēta izpēte. Pasažieru AT pakalpojumu pārdošanas organizācijas jautājuma metodiskā izstrāde un starptautiskie IT IATA, ATSS-TCH standarti, kas izstrādāti uz IT IATA standartu pamata, kalpoja par sākotnējo metodisko bāzi papildus pakalpojumu pārdošanai un norēķiniem ATSS-TCH. Sākot ar 2007.gadu ATSS-TCH normatīvā bāze ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu realizācijai tika papildināta ar desmitiem standartu un IT, kurus izstrādāja Transporta klīringa palātas (TCH) speciālisti (tai skaitā arī pati disertācijas autore) A.Russ, T.Traščenko, T.Kondrahinas vadībā un speciālisti no uzņēmuma «ИНТЕРПАВ» S.Gorina un V.Mogiļina vadībā.

Gandrīz piecus gadus ilgā papildus pakalpojumu pārdošanas un norēķinu pieredze tika apkopota gan metodiski, gan statistiski, kā rezultātā tika noformulēti procesu optimizācijas uzdevumi, attiecīgo operāciju pētīšanas matemātisko metožu izmantošana to atrisināšanai un veikta datorprogrammu izstrāde rezultātu skaitliskajai analīzei. Optimizācijas uzdevumu noformulēšanā un to matemātiskajā atrisinājumā promocijas darba autore balstījies uz operāciju un grafu pētījumu teorijas tādu pētnieku darbiem kā M.Krass un B.Čuprinovs, B.P. Murtagh, N. Christofides, M.N.S Swamy, K. Thulasiraman, M.E. Porter, P.C. Gilmore un R.E. Gomory, T.C. Hu; R.A.Braudly; M.O. Vanhoucke; S.Mukherjee un K. Basu; N.Vadzinskova; O. Ore, S. Kotz, S. Nadarajah. Darbā tāpat arī izmantoti dotā darba tematikai tuvi darbi saistība ar gaisa transporta tīkla plānošanu un ienākumu pārvaldību, un klīringa operācijām kopumā, kas aprakstītas tādu autoru darbos kā: A. Andronovs; R. Cross; R. Shumsky, W. E. Simon un S. Netessine; P.T. Surinova, L.I.Zamkova, N.N.Kaļitkina, D.S.Burjana, S.A.Veremejenko, M.A.Luneva, S.I. Zihovickis.

Veiktā pētījuma laikā tika noskaidrota nepieciešamība pēc dažu klasisko uzdevumu modifikācijas. Tā klasiskais uzdevums par mugursomu, ko pielieto pakalpojumu attīstības projektu izvēlei plānotajā periodā ierobežotu investīciju apstākļos, pirmkārt, tas tika noformulēts ņemot vērā sinerģisko efektu no kopīgi realizējamiem projektiem, un, otrkārt, tika noformulēts stohastiskā veidā. Pēdējais atklāja optimālo risinājumu neviennozīmīgo raksturu, kas atkarīgi no izvirzītajiem kritērijiem: vidējo ienākumu maksimizācijas un izputēšanas iespējamības minimizācijas.

Sarežģītu norēķinu optimizācijas uzdevumu ar lielu skaitu dalībnieku izdevās reducēt līdz vienkāršākam grafu norēķinu dzēšanas uzdevumam un tā atrisināšanai ar standarta lineārās programmēšanas paketēm.

Izstrādātais modelis, lai atrisinātu uzdevumu par norēķina procesa visu tīkla grafika darbu izpildes laika sadalījumu apvienojot aviācijas un ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanu neitrālajā WSS vidē, atšķiras no zināmajiem modeļiem ar polinomiālās aproksimācijas izmantošanu, kas ļāva vienveidīgi aprakstīt dažādus kā atsevišķu darbu, tā arī to kombināciju laika sadalījumus.

Pirmo reiz tika piedāvāts aviokompāniju un WSS finanšu risku novērtēšanas instrumentārijs pret tajās akreditēto ceļojumu aģentūru darbību uz attiecīgu rādītāju daudzfaktoru prognozes pamata.

5. PĒTĪJUMA METODOLOĢIJA UN METODES

Disertācijā uzdevuma noformēšanai un atrisināšanai pārsvarā tika izmantotas matemātiskās statistikas un operāciju pētīšanas metodes. Veiktajos pētījumos, tiek izmantoti šādi matemātiskie modeļi:

- statistisko datu apstrāde;
- grafi;
- tīkla plānošana un vadība;
- daudzfaktoru analīze.

Izvirzīto uzdevumu atrisināšanai, tika izmantotas šādas metodes:

- grafu teorija,
- regresijas analīze,
- lineārā programmēšana;
- veselu skaitļu programmēšana.

Darbā izmantota zinātniskā, metodiskā un mācību literatūra minētajās jomās, zinātniski tehniskā literatūra, tai skaitā Transporta un sakaru institūta starptautisko konferenču rakstu un zinātnisko darbu krājums. Plaši izmantoti IT WSS starptautiskie standarti, standarti IT ATSS-TCH, IATA gada kopsapulču materiāli un publisko debašu materiāli par aktuālām pasaules pasažieru AT attīstības problēmām plašsaziņas līdzekļos.

Pētījuma informatīvo bāzi veidoja valsts regulējošo orgānu normatīvie dokumenti, IATA, ATSS-TCH, GDS pakalpojumu un pasažieru aviopārvadājumu pārdošanas starpnieku informatīvi analītiskie materiāli un standarti.

Lai pārbaudītu izvirzīto uzdevumu un to atrisināšanas metožu pareizību, tika veikti skaitliskie eksperimenti izmantojot disertācijas autores izstrādātās datorprogrammas, kas uzrakstītas valodā Mathcad. Aprēķiniem tāpat tika izmantotas standarta lineārās programmēšanas paketes.

6. PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ NOVITĀTE

Izstrādāti ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanas un norēķinu organizēšanas zinātniski metodoloģiskie pamati, kura zinātniskā novitāte saistīta ar sekojošo:

1. Veikta ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu pārdošanas organizēšanas procesu un to norēķinu kompleksa analīze neitrālā vidē ATSS-TCH, kura rezultāti var būt noderīgi citu WSS, kā arī aviokompāniju attīstībai.
2. Izstrādāta un realizēta ATSS-TCH standartos dokumentu aprites tehnoloģija norēķiniem par pārdotajiem ar aviāciju nesaistītajiem papildus pakalpojumiem, kas integrēta kopējā norēķinu tehnoloģijā.
3. Izstrādāts jauns (pirms tam nezināms) operācijas „par mugursomu” uzdevuma modelis, kas ņem vērā sinerģisko efektu no tajā ievietotajiem priekšmetiem. Izstrādāti algoritmi un programmatūra dotā uzdevuma atrisināšanai kā programmēšanas uzdevumam ar veseliem skaitļiem, attiecība uz aviācijas un ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu izveidi gaisa transporta uzņēmumos (ATSS-TCH), determinētā un stohastiskā sistēmā.
4. Izstrādāta jauna tīkla grafika darbu kompleksa izpildes laika sadalījuma aprēķina metode. Izmantotā kā atsevišķu darbu, tā arī to kombināciju izpildes laika sadalījuma funkciju polinomiālā aproksimācija ļauj vienveidīgi aprakstīt dažādos sadalījumus.
5. Izstrādāts savstarpējo norēķinu matemātiskais modelis, kas ļauj minimizēt bankas transakciju skaitu dzēšot WSS dalībnieku savstarpējās saistības.
7. Izstrādāts ceļojumu aģentūru monitoringa uzdevumu modelis izmantojot tā darbības rādītāju daudzfaktoru prognozi, lai novērtētu aģentūru maksātspējas riska draudu līmeni.

7. PĒTĪJUMA PRAKTISKAIS NOZĪMĪGUMS UN REZULTĀTU REALIZĀCIJA

Disertācijā veikto pētījumu praktisko nozīmīgumu veido šādi izstrādātie instrumenti:

- dokumentu aprites tehnoloģiskās shēmas ATSS-TCH savstarpējos norēķinos par pārdotajiem ar aviāciju nesaistītajiem papildus pakalpojumiem: pasažieru dzelzceļa pārvadājumi maģistrālajā dzelzceļu satiksmē „RDz” (tai skaitā, virzienos Rīga-Maskava un Rīga-Sanktpēterburga), dzelzceļa pārvadājumi uz un no lidostām ar Aeroexpress vilcieniem, viesnīcu pakalpojumi, apdrošināšanas pakalpojumi;
- datorprogrammas, kas ļauj optimizēt pamata un papildus aviācijas pakalpojumu sastāvu pasažieru gaisa transporta uzņēmumā apvienojumā ar aviāciju nesaistītiem

papildus pakalpojumiem, pazemināt finanšu riskus, samazināt savstarpējo norēķinu izpildes procesa periodu un banku transakciju skaitu, dzēšot dalībnieku savstarpējās saistības;

- daudzi disertācijas pētījuma materiāli ietverti Krievijas Federācijas augstskolu un TSI mācību literatūrā.

Disertācijas pētījuma metodiskās izstrādnes un praktiskās rekomendācijas iekļautas 6 ATSS-TCH standartos, kurus izmanto visi tā dalībnieki, ieskaitot Baltijas un citu Eiropas Savienības dalībvalstu aviokompānijas un aģentūras.

8. DARBA APROBĀCIJA

Disertācijas pētījuma galvenie rezultāti prezentēti 5 zinātniskajās un zinātniski praktiskajās konferencēs, semināros Latvijā, Itālijā, Austrijā un Krievijā:

1. The 12-h International Conference "**Reliability and Statistic in Transportation and Communication – 2012**".Rīga, Latvia: Transport and Telecommunication Institute, October 17-20, 2012.
2. **Seventh International Workshop on Simulation**, Rimini, Italy: 21 – 25 May, 2013.
3. Konference “**Транспортные услуги – 2013**”. Maskava, Krievija: Gaisa transporta aģentūru asociācija, 2013.gada 3. – 4.jūlijā.
4. The 13-h International Conference "**Reliability and Statistic in Transportation and Communication – 2013**".Rīga, Latvia: Transport and Telecommunication Institute, October 16-19, 2013.
5. The International Conference "**Eighth International Workshop on Simulation**". Institute of Applied Statistics and Computing. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria, September 21-25, 2015.

9. DISERTĀCIJAS STRUKTŪRA

Disertācija sastāv no ievada, 5 nodaļām un nobeiguma. Tā izstrādāta uz 148 lappusēm ar 22 attēliem, 42 tabulām, 3 pielikumiem. Izmantotās literatūras saraksts aptver 105 nosaukumus.

Darba *ievadā* pamatota pētījuma aktualitāte un motivācija, noteikts pētījuma objekts un priekšmets, izvirzīts pētījuma mērķis un uzdevumi, raksturota pētījuma zinātniskā novitāte un praktiskā nozīme.

Darba *pirmā daļā* sniegta pasažieru AT pašreizējā stāvokļa un sniegto pakalpojumu analīze, raksturotas pasažieru aviācijas pārvadājumu un papildus pakalpojumu pārdošanas

attīstības problēmas un tendences. Aplūkoti galvenie šo pakalpojumu distribūcijas kanāli, sniegts pasaules WSS īss raksturojums. Īpaša uzmanība pievērsta WSS un aviokompāniju atbalsta dienestu (back office) sistēmas funkciju izpētei.

Darba *otrā daļa* veltīta projektu izvēles optimizācijas stohastiskajam modelim ar aviāciju nesaistītu papildus pakalpojumu formēšanai apvienojumā ar aviācijas pakalpojumiem gaisa transporta uzņēmumā. Modelis ņem vērā kopējo izdevumu ierobežojumus plānotajam periodam un izdevumu samazinājuma sinerģiju kopīgi realizējamiem pamata un papildus pakalpojumiem. Aplūkoti konkrēti pārdošanai piedāvājamo pakalpojumu paketes izveides piemēri ATSS-TCH un aviokompānijās, izmantojot piedāvāto modeli.

Darba *trešā nodaļa* satur dokumentu apstrādes vispārējās shēmas aprakstu savstarpējos norēķinos par sniegtajiem pakalpojumiem ATSS-TCH, apraksta tīkla grafika, kas balstīts uz pozitīvu ierobežotu gadījumlielumu sadales funkciju polinomiālo aproksimāciju, darbu izpildes laika sadalījuma aprēķina metodes un uzdevuma risinājuma algoritmu. Sniegts aplūkotā modeļa ATSS-TCH aprobācijas piemērs.

Darba *ceturtnā nodaļa* veltīta dalībnieku savstarpējo norēķina saistību, veicot pakalpojumu pārdošanu, modeļa aprakstam uz ATSS-TCH un aviokompāniju piemēra. Noformulēts uzdevums grafu teorijas un lineārās programmēšanas valodā. Sniegts uzdevuma atrisināšanas algoritms un izstrādāta programmatūra. Sniegts aplūkotā modeļa ATSS-TCH aprobācijas piemērs.

Darba *piektā nodaļa* veltīta ceļojumu aģentūru darbības rādītāju daudzfaktoru prognozei, kas ļauj novērtēt aģentūru maksātspējas riska draudu novērtēšanas līmeni. Nodaļā raksturota izstrādātā modeļa parametru un riska draudu līmeņa novērtēšanas metode. Sniegts konkrēts ATSS-TCH akreditētas aģentūras maksātspējas riska līmeņa novērtēšanas piemērs.

Nobeigums apkopo galvenos darba rezultātus un virzienus tālākajiem zinātniskajiem pētījumiem.

10. AIZSTĀVAMĀS TĒZES

Aizstāvēšanai tiek izvirzītas šādas tēzes:

1. Pasaules AT uzņēmumu darbības apkopojums un statistisko rādītāju analīze.
2. Četras matemātiskās metodes un modeļi, kas ļauj efektīvi atrisināt svarīgus uzdevumus AT uzņēmumos.
3. Klasiskā uzdevuma „par mugursomu,” stohastiskais variants. Piedāvātais modelis vispārīnā klasisko uzdevumu: ienākumi no priekšmetiem, ko ievieto mugursomā, ir atkarīgi gadījumlīelumi. Šis modelis tiek izmantots investīciju formēšanā un

sadalē starp dažādiem ar aviāciju nesaistīto papildus pakalpojumu projektiem GT uzņēmumos.

4. Tīkla grafika darbu izpildes laika sadalījuma aprēķina metode. Mūsu metode ir analītiska un ļauj aprēķināt visu darbu izpildes laika sadalījumu, nevis tikai vidējo laiku, kā tas pieņemts esošajās metodēs. Metode tiek izmantota pārdošanas dokumentu apstrādes procesam.
5. Jauns grafu teorijas uzdevums par optimālu kontūru kopu un tā risinājuma metode. Metode tiek izmantota dalībnieku saistību savstarpējos norēķinos.
6. Ceļojumu aģentūru darbības rādītāju daudzfaktoru prognozes modelis. Modelis tiek izmantots TCH ar mērķi samazināt finansu riskus, kas saistīti ar aģentūru maksātspēju.

11. PĒTĪJUMA GALVENO REZULTĀTU APSKATS

11.1. Pasaules pasažieru gaisa transporta pakalpojumu pašreizēja stāvokļa, attīstības problēmu un tendenču analīze

Izanalizējot pasaules pasažieru AT pakalpojumus un pašreizējo stāvokli, to distribūcijas kanālus, pasažieru aviācijas pārvadājumu un papildus pakalpojumu pārdošanas attīstības problēmas un tendences, WSS un aviokompāniju atbalsta dienestu (back office) sistēmu funkcijas, tika iegūti šādi rezultāti:

1) Pašlaik pasažieru gaisa transportā izdala pamata, pavadošos un papildus pakalpojumus.

Pasažieru GT pamatpakalpojumi ir pasažieru pārvadājumi.

Pasažieru gaisa transporta pavadošie pakalpojumi ir transporta pakalpojumu kopa, ko nodrošina pasažieru pārvadājumos. Pavadošos aviācijas pakalpojumus neapmaksā pasažieris un tie ir obligāti organizējot un realizējot tā pārvadājumu.

Pēdējos gados par galveno tendenci pasaules civilajā aviācijā rentabilitātes paaugstināšanas jomā kļūst papildus maksas pakalpojumu piedāvāšana, un tādēļ AT jau izveidojies jauns tirgus – maksas papildus pakalpojumu tirgus.

Papildus pakalpojumi, nodevas (maksas), kas netiek norādītas aviobiļetē, tiek iedalīti divās grupās:

- papildus aviācijas pakalpojumi – papildus pakalpojumi pasažieriem, kas tieši saistīti ar to transportēšanas vai to pašu aviokompāniju darbību;
- papildus ne aviācijas pakalpojumi - starpnieciski pakalpojumi produkciju un pakalpojumu tirgošanu citiem piegādātājiem.

Pirmās grupas papildus pakalpojumi ir pakalpojumi, kuri agrāk iekļauts bāzes tarifā un izdalīti no pamatpakalpojumiem - transportēšana.

Otrās grupas papildus pakalpojumi ir pakalpojumi, kuri nav tieši saistīti ar pasažieru pārvadājumiem.

Pastāvīgi paplašināšana pakalpojumu sfēra ļauj aviokompānijām dod vairāk iespējas patērētājiem, un ar to iegūt vairāk papildus peļņu.

GT pasažieru pakalpojumu distribūcijas un to aizvadīšanas līdz pasažieriem-klientiem kanālu sistematizācija parādīja, ka pasaules GT savstarpējās norēķinu sistēmas (WSS) ir svarīgākie izplatīšanas kanāli klasiskām aviokompānijām.

Pa WSS kanāliem («akreditēts aģents/ GDS») pasaulē tiek pārdots līdz 50% pasažieru AT pakalpojumu par kopējo summu vairāk nekā \$700 mljrd.

ATSS -TCH darbības rādītāju apskats parādīja, ka Krievijas ATSS-TCH ieņem salīdzinoši nelielu vietu pēc darbības rādītājiem, bet apmierina KF un vairāku citu valstu gaisa pasažieru transportu pēc piedāvātajiem pakalpojumiem, efektīvi konkurējot ar BSP. Tomēr ATSS-TCH ir arī papildus ne-aviācijas pakalpojumu pārdošanas pieredze, kurus noformē ar elektronisko daudznozaru dokumentu (EMD), kas nav citās WSS un kas ir nozīmīgi analīzei un apkopošanai. WSS papildus ne aviācijas pakalpojumi netiek pārdoti, tos pārdod tikai ARC, bet ne neitrālā vidē, jo netiek noformētas uz EMD, bet uz tādu pakalpojumu sniedzēju dokumentiem.

3) Tuvākās perspektīvas galvenie uzdevumi – pārdot aviopārvadājumus vienā paketē ar papildus pakalpojumiem, ņemot vērā katra klienta vēlmes, kas iegūtas no pārdošanas priekšvēstures un gūtās informācijas no sociālajiem tīkliem.

Tāda uzdevuma atrisinājums izraisa nepieciešamību attīstīt esošos un radīt jaunus e-komercijas produktus un jaunas distribūciju tehnoloģijas, kuras ļautu pielāgot AT pakalpojumu paketes katram individuālam klientam, sniegt viņam iespēju salīdzināt cenas veicot Interneta pirkumus nevis pēc atsevišķiem pamata un papildus pakalpojumiem, bet pēc salīdzināmām pakalpojumu paketēm.

2012 gadā IATA ar Rezolūciju № 787 anonsēja jaunu projektu NDC (New Distribution Capability). NDC – tas ir jauns aviokompāniju pamata un papildus pakalpojumu sadales modelis. Disertācijā tiek aplūkots NDC projekta ieviešanas process un šī projekta ietekme uz gaisa transporta pamata un papildus pakalpojumu pārdošanas tirgu.

4) Pasažieru komerciālais gaisa transports turpina palielināt pārvadājumu apjomus (1.tab.);

1.tabula

Pasažieru pārvadājumu apjoms pasaulē tradicionālās aviokompānijās (mljrd.cilv.)

| Rādītāji | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pasažieru skaits, mljrd. | 1.75 | 1.85 | 2.0 | 2.15 | 2.35 | 2.35 | 2.25 | 2.4 | 2.5 | 2.95 | 3.10 | 3.20 | 3.50 |

5) neskatoties uz esošo pasažieru pārvadājumu skaita pieaugumu (vairāk nekā 5%), tradicionālo aviokompāniju finanšu stāvoklis nav apmierinošs. Peļņa 2012.gadā veidoja tikai aptuveni 1%, pagājušajā periodā bija „uzkrāti” zaudējumi aptuveni 200 mljrd.USD, no kuriem aptuveni 50 mljrd. USD laika posmā no 2000.-2009.gadam (3.tab.).

2. tabulaPasaules tradicionālo aviokompāniju peļņa (*zaudējumi*) (mljrd.USD)

| Gads | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Peļņa (zaudējumi)* | (14) | (12) | (7.5) | (5.6) | (4.1) | 5 | 14.7 | (16) | (10) | 16 | 8.8 | 6.7 | 10.6 | 16.4 | 35.3 |

* Rādītāji iekavās- zaudējumi.

6) aviokompāniju finanšu darbību sāka ievērojami ietekmēt jaunais tirgus- papildus pakalpojumu tirgus, kas ienesa aviokompānijām vairāk nekā 50 mljrd.USD papildus ienākumu 2014.gadā (2.tab.).

3.tabula

Papildus pakalpojumu pārdošanas apjomi tradicionālās aviokompānijās

| Gads | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------------------|
| Aviokompāniju skaits | 23 | 35 | 47 | 47 | 50 | 53 | 59 | 63 | dati nav pieejami |
| Ienākumi no papildus pakalpojumiem (mljrd.USD) | 2.45 | 10.25 | 13.47 | 21.46 | 22.6 | 30 | 31.5 | 38.1 | 59.2 |

7) Krievijas aviokompāniju finanšu stāvoklis, arī ir neapmierinošs (4. un 5. tab.).

4.tabula

Pasažieru pārvadājumi ar gaisa transportu KF aviokompānijām

| Gadi | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pasažieru skaits | 35.09 | 38.03 | 45.11 | 49.80 | 45.11 | 56.95 | 64.12 | 74.03 | 84.56 | 93.18 | 92.10 |

5.tabulaKF aviokompāniju peļņa (*zaudējumi*) (mljrd.USD)

Pasažieru, kravu un pasta pārvadājumu ar gaisa transportu KF finanšu rezultāti

| Gadi | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--|-------|------|------|------|-------|------|--------|-------|-------|---------|---------|
| Peļņa (<i>zaudējumi</i>), mljrd.rub. | (0.3) | 5.2 | 2.8 | (12) | (3.3) | 9.9 | (14.4) | (7.8) | 22.36 | (10.97) | (33.55) |

8) Nepieciešams īstenot kardinālus pasākumus tradicionālo aviokompāniju efektivitātes paaugstināšanai, svarīgākā no kurām ir papildus pakalpojumu spektra paplašināšana.

9) Pašreizējos apstākļos, GT uzņēmumu back-office sistēmu funkciju nav pietiekami, lai nodrošinātu maksimālu efektivitāti. Pastāvīgi paplašinājums piedāvājumu spektrs, lai aviācijas un ne-aviācijas pievienoto pakalpojumiem, un, jo īpaši, projekta NDC aktīvi īstenošana, palielina: investīciju, laiku, darba un citas aviokompāniju izmaksas, kas saistītas ar dažādu pakalpojumu pārdošanas, vākšanas, apstrādes, informācijas analīzes organizācijai, ka arī atskaišu veidošanu, savstarpēju norēķinu par pārdotajām pakalpojumu un pasākumu īstenošanu, kuru mērķis ir samazināt uzņēmumu finanšu riskus. Ar izpildītu pakalpojumu saraksta pieaugumu palielina: aģentūru maksātspējas riski, uzņēmumu dokumentēšana un nepieciešami apgrozāmie naudas līdzekļi. Mūsdienu apstākļos lai organizētu efektīvu darbu, vajag pielietot optimizācijas matemātiskos modeļus, kas pašlaik netiek izmantoti aviokompāniju back-office sistēmās.

Nepieciešams izstrādāt un ieviest optimizācijas matemātiskos modeļus, kuri GT uzņēmumu praktiskās darbībās ļauj:

- saformēt papildus aviācijas un ne aviācijas pakalpojumu kompleksu, ņemot vērā esošos ierobežojumus uz investīciju iespējām uzņēmumā;
- optimizēt procesu savstarpējiem norēķiniem;
- samazināt dokumentāciju pie informāciju apstrādi par pārdotajiem pakalpojumiem un pie savstarpēju norēķinu īstenošanu;

- īstenot monitoringu un prognozēšanu par pārdošanas apjomu un aģentu darbību, tajā skaitā par pilnību un savlaicīgu līdzekļu pārskaitījumu par pārdotajiem pakalpojumiem, lai samazinātu finanšu riskus;
- paaugstināt aviokompānijas darba efektivitātes kopumā.

11.2. Modeļa formēšana attīstībai un investīciju sadalei papildu ne-aviācijas projektiem GT uzņēmumos

Optimālais papildu ne-aviācijas pakalpojumu komplekts, kurš ir plānots pārdošanai noteiktā laika periodā, ļaus aviokompānijai iegūt papildu ienākumus, pateicoties sinerģijas efektu no kopīgas realizācijas šādus pakalpojumus. Galvenais mērķis šajā gadījumā ir atrast variantus ar maksimālu efektivitāti, ņemot vērā kombinācijas pakalpojumiem, ņemot vērā esošos ierobežojumus uz investīciju iespējām.

Šī uzdevuma formulējums balstīts uz klasisko uzdevumu „par mugursomu”. Katrs papildus ne-aviācijas pakalpojumu izveides un attīstības projekts izteikts kā atsevišķi, mugursomā liekami priekšmeti ar noteiktiem izdevumiem un ienākumiem no to realizācijas. Vienlaicīgi ievērojot nosacījumus:

- projekta variantu skaits katram pakalpojumam;
- sinerģisks rādītājs, kas pastiprina ienākumus no kopīgi mugursomā izvietotiem priekšmetiem;
- kopējie izdevumi.

Ieviesīsim šādus apzīmējumus:

k – projektu skaits, $i = 1, 2, \dots, k$,

n_i – i -tā projekta attīstības variantu skaits,

$z_{j,i}$ – i -tā projekta j -tā varianta realizācijas izdevumi,

$c_{j,i}$ – ienākumi no i -tā projekta j -tā varianta realizācijas,

d_{j,i,j^*} – papildus ienākumi, ko nosaka vienlaicīga i -tā projekta j -tā varianta un i^* -tā projekta j^* -tā varianta realizācija.

Par zināmu tiek pieņemts kopējais naudas līdzekļu daudzums Z , kurš var tikt sadalīts starp dažādiem projektiem. Turklāt katrs no projektiem attīstās tikai pēc viena no esošajiem variantiem.

Uzdevuma matemātiskajai izteiksmei ieviesīsim būla mainīgos $x_{i,j}$:

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{ja } i\text{-tais projekts attīstās pēc } j\text{-ta varianta,} \\ 0, & \text{preteja gadījuma.} \end{cases}$$

Tagad uzdevumu varam noformulēt kā veselu skaitļu optimizācijas uzdevumu:

Maksimizēt kopējos ienākumus

$$f(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (c_{i,j} - z_{i,j}) x_{i,j} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{i^*=1}^k \sum_{j^*=1}^{n_{i^*}} d_{i,j,i^*,j^*} x_{i,j} x_{i^*,j^*} \quad (1)$$

pie ierobežojumiem:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{n_i} x_{i,j} &= 1, \quad i = 1, \dots, k, \\ \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{i,j} z_{i,j} &\leq Z. \end{aligned} \quad (2)$$

Aprakstītais uzdevums ir tā saucamā *uzdevuma par mugursomu* un veselu skaitļu lineārās programmēšanas uzdevuma vispārināšana, kas var tikt atrisināts izmantojot skaitliskās metodes.

Sākotnēji tika pieņemts¹, ka papildu ienākumi d_{i,j,i^*,j^*} no j -jā variantā i -jā projekta un j^* -jā variantā i^* -jā projekta īstenošanas, ir pastāvīgi lielumi.

Tomēr šā modeļa praktiskā īstenošana parādīja, ka, aviokompānijas ATSS-TCH apstākļos, šis pieņēmums ir nepareizs.

Pirmkārt, papildu ieņēmumu summa d_{i,j,i^*,j^*} katrai kombinācijai i -a projekta j -ais variants un i^* -a projekta j^* -ais variants atšķiras atkarībā no tā, cik pakalpojumu pārdoto noteiktā laika periodā. Tas ir saistīts ar to, ka kopīga dažādu pakalpojumu realizācija ļauj piesaistīt jaunus klientus, kuri vēlas saņemt visus pakalpojumus, kas tām vajadzīga, nav atsevišķi dažādās tirdzniecības vietās, kā arī iepakojuma, un vienā vietā.

Tādu papildu klientu skaits nav konstants un var mainīties no 0% līdz 100% no kopējā klientu skaita.

Otrkārt, sinerģiju no kopīgas pakalpojumu realizācijas nodrošina, lielākā mērā, samazinātas back-office izmaksas informatīvu un tehnisku projektu atbalstam (lai samazinātu DRS un GDS izmantoto skaitu, samazinātu apmācības izmaksas kasieru apmācībai un norēķinu apstrādei), nekā paši ienākumi.

Ņemot vērā iepriekš minētos apstākļus, mēs pieņemam, ka ne tikai ieņēmumi $C_{i,j}$ paši ir normāli sadalīti gadījuma lielumi, bet papildu ieņēmumi arī būs normāli sadalīti gadījuma lielumi $D_{i,j}$. Mēs arī pieņemam, ka visi gadījuma s mainīgie ir savstarpēji neatkarīgie.

Tagad, augšā apskatītas vērtības $c_{j,i}$ un d_{j,i,j^*,i^*} ir to matemātiskās cerības:

$$E(C_{j,i}) = c_{j,i}$$

¹ Atspoguļots līdzautora Surinova RT disertācija, aizsargāta Vaības Valsts universitātē (Maskavā), 2014. gadā.

$$E(D_{i,j,i^*,j^*}) = d_{i,j,i^*,j^*}.$$

Tālāk:

$$\text{Var}(C_{j,i}) = \sigma_{j,i}^2 \text{ ir gadījuma lieluma } C_{j,i} \text{ dispersija,}$$

$$\text{Var}(D_{i,j,i^*,j^*}) = \sigma_{i,j,i^*,j^*}^2 \text{ - ir gadījuma lieluma } D_{i,j,i^*,j^*} \text{ dispersija.}$$

Konstantes $c_{j,i}$ un d_{j,i,j^*,i^*} formulā (1) aizstāj ar gadījuma mainīgiem $C_{j,i}$ un D_{j,i,j^*,i^*} . Attiecīgi, kopējie ienākumi (1) ir gadījuma mainīgais. Iepriekšējā gadījumā maksimizēta tika kopējo ienākumu vidējā vērtība (1). Tālāk aplūkosim kā mērķa funkciju tā saucamo izputēšanas *iespēju*: tā ir iespējamība, ka kopējie ienākumi R ir zemāki, nekā noteiktā vērtība (kritiskais līmenis) R^* . Precīzāk mērķa funkcija ir tāda:

$$F(R^*) = P\{R \leq R^*\}, \quad (3)$$

kur R tiek aprēķināts pēc formulas (1) aizstājot $c_{j,i}$ ar $C_{j,i}$.

Gadījuma lielumam R ir normāls sadalījums ar šādām vidējām un dispersijas vērtībām:

$$E(R) = \sum_{i=1}^k \sum_j^{n_i} E(C_{j,i}) x_{i,j} = \sum_{i=1}^k \sum_j^{n_i} c_{j,i} x_{i,j}. \quad (4)$$

$$D(R) = \sum_{i=1}^k \sum_j^{n_i} D(C_{j,i}) x_{i,j} = \sum_{i=1}^k \sum_j^{n_i} \sigma_{j,i}^2 x_{i,j}.$$

Attiecīgi, sadalījuma funkcija F izteikta kā

$$F(R^*) = \Phi\left(\frac{R^* - E(R)}{\sqrt{D(R)}}\right), \quad (5)$$

Kur $\Phi(\cdot)$ – sadalījuma funkcija standartam normālajam sadalījumam.

Tālāk rakstīsim $F(R^*, Z)$, ja kopējais naudas līdzekļu daudzums Z ir mainīgais lielums.

Tagad mēs izmainām funkciju (2) ar funkciju (5) un pielietojam apsvēršanas procedūru, lai atrast optimālo atrisinājumu, kāds apmierina ierobežojumiem (2) un samazina izputēšanas varbūtību (5).

Promocijas darbā šī procedūra bija ilustrēta piemēros, kur bija apskatīts uzdevums par investīciju optimālo sadalījumu starp dažādiem projektiem, papildu pakalpojumu pakešu attīstībai WSS un aviokompānijās.

Pamatojoties uz izklāto metodi, bija izstrādāti un ieviesti "Metodiskie norādījumi par pakalpojumu formēšanu uz uzdotu investīciju optimālo sadalījumu bāzi" (nostiprināti TCH Prezidentam, N. 11.12.2013.) Šie norādījumi izmantojami lai optimizētu papildus pakalpojumu komplektu.

Metodiskie norādījumi ir izmantoti papildu aviācijas pakalpojumu saraksta formēšanai lai realizētu tos noteikta laika periodā ATSS. Pamatojoties uz aprēķinu rezultātiem, TCH menedžeri pieņem lēmumus par to, vai ir investīcijas izdevīgas lai pakalpojumu projektu izveidotu un attīstītu.

11.3. Tīkla plānošanas modeļa izstrādājums dokumentu apstrādes procesam pie pakalpojumu pārdošanas GT uzņēmumos

Dokumentu par WSS pārdotajiem pakalpojumiem apstrādes process saistīts ar daudzveidīgu uzskaites, pārbaudes, kontroles, pretenziju pieņemšanas u.c. procedūru izpildi. Turklāt praktiski nav specifiskas dokumentu apstrādei par pārdotajiem papildus neaviācijas pakalpojumiem salīdzinājumā ar dokumentu apstrādi par aviācijas pakalpojumiem. Dokumentācija par papildus neaviācijas pakalpojumiem tikai vēl nedaudz vairāk sarežģī kopējo dokumentu aprites procesu WSS. WSS darba tehnoloģiju ierobežo laika robežas, tāpēc svarīga loma ir kā atsevišķu darbu, tā arī visa darbu kompleksa izpildes laika sadalījuma novērtējumam un analīzei.

Šajā nodaļā sniegta tīkla grafika darbu izpildes laika sadalījuma aprēķina metode. Tā ir unificēta metode, kura ļauj vienveidīgi aprakstīt dažādus kā atsevišķu darbu, tā arī to dažādu kombināciju izpildes laika sadalījumus: summu, maksimumu un minimumu. Metode balstīta uz pozitīvo, gala un nepārtraukto gadījumlielumu sadalījuma funkciju polinomiālo aproksimāciju. Sadalījuma funkcijas unificēts un vienkāršs apraksts padara ērtu dažādu sadalījumu izmantošanu. Nepieciešamība kontrolēt un nodrošināt aproksimācijas precizitāti ar intervāla (b, c) izvēli aplūkotajiem gadījuma lielumiem un polinoma kārtā uzskatāma par metodes trūkumu. No otras puses, bieži pieejami tikai izlases dati un ar šiem datiem tikai vien nepietiek, lai novērtētu attiecīgo gadījuma lielumu sadalījumu. Šajā gadījumā piedāvātā pieeja ir vispiemērotākā, jo empīriskie momenti ir pietiekami tā pielietojumam.

Parasti visu tīkla grafika darbu izpildes laika sadalījuma atrašanas uzdevums tiek atrisināts ar imitācijas modelēšanas metodi. Analītiskie risinājumi parasti balstīti uz normālu aproksimāciju, pie tam tiek pieņemts, ka apakš kritisko ceļu garumi ir savstarpēji neatkarīgi gadījuma lielumi. Darbā izklāstīta unificēta pieeja, kura ļauj atrast aproksimācijas sadalījumu bez šiem pieņēmumiem.

Tīkla grafika darbam ir gadījuma ilgums. Apzīmēsim i -tā darba ilgumu ar X_i . Pieņemsim, ka tā ir pozitīvs un ierobežots gadījuma lielums ar zināmiem momentiem līdz pat m -jam: $P\{X_i < c_i\} = 1, c_i < \infty; \mu_{i,r} = E(X_i^r), r = 1, \dots, m,$

tad $\mu_i = E(X_i) = \mu_{i,1}$ ir izpildītā i -tā darba vidējais ilgums. Visur tālāk pieņemsim, ka dažādu darbu izpildes ilgumi ir savstarpēji neatkarīgi gadījuma lielumi X_1, X_2, \dots, X_k .

Laika sākuma moments atbilst pirmā darba izpildes sākumam. Atkarībā no kārtējā darba veida, tā sākas pie diviem dažādiem nosacījumiem:

- 1) uzreiz pēc tam, kad būs izpildīts pēdējais darbs no daudziem darbiem, no kuriem ved loki uz doto darbu.
- 2) uzreiz pēc pirmā no augstāk minētajiem darbiem izpildes.

Attiecīgās grafika virsotnes saucsim \vee -virsotnes un \wedge -virsotnes. Šie simboli netiek izmantoti, ja pirms dotā darba ir tikai viens darbs. Komplekss visu darbu pabeigšanas laika moments T^* – tas ir noslēdzošā κ -tā darba pabeigšanas moments.

Uzdevums saistīts ar to, lai aprēķinātu visu darbu izpildes laika sadalījuma funkciju T^* : $F(x) = P\{T^* \leq x\}$. Tas ļaus aprēķināt tādus T^* skaitliskus raksturlielumus kā vidējo $E(T^*)$ un dispersiju $D(T^*)$, kā arī augšējo robežu p^* varbūtībai, ka viss darbu komplekss netiks izpildīts līdz noteiktajam laika momentam $t > 0$:

$$P\{T^* > x\} = 1 - F(x) \leq p^* . \quad (6)$$

Tāds uzdevuma formulējums atšķiras no zināmajiem, tāpat kā tā atrisināšanai izmantotā metode. Bet tieši, tiek piedāvāts aproksimēt kā atsevišķu darbu, tā arī to kopuma sadalījuma funkciju polinomos. Polinoma kārtā tiek noteikta izejot no dotās precizitātes nodrošinājuma prasībām, bet koeficienti – tā, lai izejas sadalījuma un aproksimācijas momenti sakristu.

Atsevišķu darbu izpildes laika sadalījuma aproksimācija ir aplūkota. Lai X_i būs pozitīvs gadījuma lielums kuram ir zināmi momenti $\mu_{i,r} = E(X_i^r)$, $r = 1, \dots, m$. Mēs vēlamies aproksimējot tās sadalījuma funkciju $F_i(x) = P\{X_i \leq x\}$, $x \geq 0$. Pieņemsim, ka aplūkojamais gadījuma lielums nepārsniedz zināmo vērtību c_i : $P\{X_i > c_i\} = 1 - F_i(c_i) = \bar{F}_i(c_i) = 0$.

Dotajā nodaļā mēs aplūkojam tikai vienu gadījuma lielumu, tāpēc būsīm nolaist indeksu, kas norāda tieši uz šo vērtību.

Izmantosim vienkāršu q -tās kārtas polinomiālo aproksimāciju:

$$F(x) = z_1 x + z_2 x^2 + \dots + z_q x^q, \quad 0 \leq x \leq c, \quad (7)$$

kur $\{z_i\}$ – pastāvīgie koeficienti, kurus vajag noteikt.

Attiecīgo sadalījuma blīvumu apzīmēsim ar $f(x)$:

$$f(x) = z_1 + 2z_2 x + \dots + q z_q x^{q-1}, \quad 0 \leq x \leq c. \quad (8)$$

Jāatrod mainīgie $\{z_i\}$, kas atbilst nosacījumiem:

$$F(c) = z_1 c + z_2 c^2 + \dots + z_q c^q = 1 \quad (9)$$

$$\int_0^c x^r f(x) dx = \mu_r, \quad r = 1, \dots, m \quad (10)$$

Izmantojot blīvuma funkcijas $f(x)$ substitūciju pēdējā formulā, dabūsim

$$\mu_r = \int_0^c x^r (z_1 + 2z_2 x + \dots + q z_q x^{q-1}) dx = \sum_{j=1}^q z_j \frac{j}{r+j} c^{r+j}, \quad r = 1, \dots, m. \quad (11)$$

Tas noved pie sekojošas lineāro algebrisko vienādojumu sistēmas attiecībā nezināmajiem $z_j \geq 0, j = 1, \dots, q$:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^q c^j z_j &= 1, \\ \sum_{j=1}^q \frac{j}{r+j} c^{r+j} z_j &= \mu_r, \quad r = 1, \dots, m. \end{aligned} \quad (12)$$

Aprakstītā sistēma rāda, ka aproksimācijai nepieciešams izmantot nemazāk, kā $m+1$ kārtas polinomu, t.i. $q = m+1$.

Lineārās algebriskās vienādojuma sistēmas (12) atrisinājums attiecībā nezināmajiem $\{z_j\}$ nav sarežģīts, jo šeit izmantotā ierobežojumu matrica ir nedeģenerēta un labi definēta.

Tālāk bija veiktas sadalījuma funkcijas aproksimācijas divu neatkarīgo pozitīvo gadījuma lielumu operācijām: summai, maksimumam un minimumam.

Tādā veida bija izstrādāti standartos procedūras dažādo sadalījumu un momentu aprēķinam.

Kopīga procedūra tīkla grafika darbu ilgumu aproksimācija ir sekojoša.

Kā jau tika minēts iepriekš, tīkla grafika darbi sanumurēti tā, ka loki ved no darba ar mazāku numuru pie darba ar lielāku numuru. Tāpēc darbu izpildes laiku iespējams aproksimējot secīgi, sākot ar pirmo darbu, kas sākas ar nulles laika momentu. Tālāk tiek aprēķināts aproksimējošais sadalījums nākamo darbu sākuma un beigu laikam. Ja kārtējam darbam iepriekšējais bija vienīgais, tad tā sakuma laiks sakrīt ar šī iepriekšējā darba beigu laiku. Šajā gadījumā tiek saskaitīti divi neatkarīgi gadījuma lielumi un darba pabeigšanas aproksimējošais laika sadalījums tiek noteikts ar summas momentu palīdzību. Ja kārtējam darbam iepriekšējie bija daudz darbu, tad minimuma un maksimuma shēmai ir vietā. Šajā gadījumā aproksimējošais sadalījums nākoša darba sakuma laikam būs aprēķināts. Pēc tam tiek aprēķināti iegūtā sadalījuma momenti. Tie tiek izmantoti, lai iegūtus darba pabeigšanas laika momentus saskaitīt ar nākamā darba izpildes laika momentiem.

Pēdējais ir aproksimējošais sadalījums pēdējam darbam, kas arī ir meklējamais visu tīkla grafika darbu izpildes laika sadalījums.

Disertācijas darbā ir dots piemērs apskatīta modeļa aprobācijas ATSS-TCH.

Bija piedāvāta metode dokumentu apstrādes procesa laika minimizācijai (un kopā savstarpēju rēķinu procesam) saskaņā ar pamatu un papildu GT pakalpojumu kompleksu kopā ar neaviācijas papildu pakalpojumu ATSS-TCH. Pamatojoties uz dabūtiem aprēķinu rezultātiem, ir pieņemti lēmumi TCH nodaļu darba optimizācijai, lai nodrošinātu noteiktus termiņus ATSS atskaitu sagatavošanai un ieņēmumu pārskaitīšanai.

11.4. Savstarpēju norēķinu modelis par dalībnieku saistībām pie pakalpojumu pārdošanas gaisa transportā

Savstarpējās saistības rodas starp subjektiem dažādās praktiskās darbības jomās. Lai samazinātu reālos naudas pārskaitījumus, var tikt realizēta savstarpējā saistību dzēšana. Tāda uzdevuma atrisināšanas piedāvāto metodi raksturo zema aprēķinu darbietilpība un augsta ekonomiska efektivitāte.

Uzdevums saistīts ar attiecīgas ķēdītes atrašanu savstarpējo norēķinu procesā starp dažādiem subjektiem. Pie tam tiek izmantota kā grafu teorija, tā arī lineāras programmēšanas teorija.

Matemātiskais uzdevums var tikt noformulēts grafu teorijas valodā sekojošā veidā. Tiek aplūkots orientēts galīgs grafs $G = (V, E)$ ar virsotņu kopai V . Savstarpējās virsotnes atbilst norēķinu subjektiem, bet loki (no kopas E) atbilst maksājumu saistībām. Lokam $e_{i,j} \in E$ no virsotnes $v_i \in V$ uz virsotni $v_j \in V$ piedēvēts garums $d(e_{i,j}) > 0$, kas vienāds naudas summai no subjekta i līdz subjektam j . Lai samazinātu reālo naudas summu pārskaitījumu, iespējams veikt savstarpējo dzēšanu.

Tas ir iespējams, ja atradīsies tāda slēgta subjektu ķēde, ka nododot vienu un to pašu naudas summu šajā ķēdē, sākotnējais subjekts saņem viņa nosūtīto naudas summu. Pie tam maksimāli iespējamā pārsūtāmā naudas summa vienāda minimālajam maksājumam šajā ķēdītē: $\min\{d(e) : e \in c\}$. Uz grafa tas atbildīs vienkāršais kontūrai (bez atkārtojušām virsotnēm), bet norādītā pārsūtāmā summa nedrīkst pārsniegt minimālo loka garumu, kas ietilpst kontūrā. Šo summu sauksim par kontūra c svaru $x(c)$ vai *transakciju*.

Uzdevums saistīts ar kontūru kopas atrašanu, kurām:

1. Grafa jebkuram lokam $e \in E$, svaru summa pa visām kontūrām, kuras ietilpst loku, nepārsniedz loka garumu $d(e)$.
2. Visu kontūru (transakciju) summa ir maksimāla.

Ja C ir kāda vienkāršu kontūru kopa, un kontūru skaits $k = |C|$. Kontūru svaram $\{c\}$ no kopas C , jāpamierina nosacījumi:

$$\begin{aligned} x(c) > 0, \quad \forall c \in C, \\ \sum_{c \in C, e \in c} x(c) \leq d(e), \quad \forall e \in E, \end{aligned} \quad (13)$$

un jāmaksimizē mērķa funkciju

$$f(C) = \sum_{c \in C} x(c). \quad (14)$$

Un tā, uzdevums saistīts ar vienkāršu kontūru C formēšanu, kas atbilst nosacījumiem (13) un maksimizē kritēriju (14).

Noformulētā uzdevuma atrisinājums ietver divas komponentes. Pirmkārt, vienkāršu kontūru C noteikšana. Otrkārt, svaru piešķiršana kontūrām, atbilstoši nosacījumiem (13).

Piedāvātā metode ir aptuvena, jo strādā nevis ar visu vienkāršo kontūru kopu, bet tikai ar tās apakškopu. Tas samazina metodes darbietilpību. Lai mazinātu metodes efektivitātes zudumu, ko izraisa minētais apstākļi, kontūru konstruēšana notiek ņemot vērā to iespējamo maksimālo svaru.

Metodes pamatā likts orientētu grafu teorijas jēdziens „*maxmin ceļu koks*”, kas analogiski „īsākā ceļa koka” jēdzienam.

Lai formētu *maxmin ceļu koku* ir izstrādāts algoritms, kurš ir algoritma Dijkstra modifikācija. Rezultātā būs veikta kontūru kopa C . Tālāk grafu teorijas uzdevums (13), (14) ir pārformulēts lineāras programmēšanas uzdevumā tādā veidā.

Lai M ir Būla matrica, kur rindas atbilsta kontūriem un ailes atbilsta šķautnēm $e \in E$ no grafa $G = (V, E)$. Rindas un ailes krustojumā ir 1, ja šķautne ieeja kontūrā, un 0 - pretējā gadījumā. Apskatīsim vektorus-rindas $x = (x(1), x(2), \dots, x(|C|))$, $d = (d(1), d(2), \dots, d(|E|))$ un vektoru-rindu $\delta = (1, 1, \dots, 1)$ no vieniniekiem garumā $k = |C|$. Tad mums ir tāds lineāras programmēšanas uzdevums:

Minimizēt mērķa funkciju

$$f(x) = \delta x^T$$

pie ierobežojumiem

$$\begin{aligned} x(c) > 0, \quad \forall c \in C, \\ xM \leq d. \end{aligned}$$

Modelis ir izmantots ATSS-TCH lai samazinātu vajadzību pēc apgrozāmiem līdzekļiem un minimizētu nemaksāšanas risku par ienākumiem par pārdotiem

pārvārdojumiem un papildu pakalpojumiem. Dabūtie aprēķinu rezultāti ļauj optimizēt subjektu sastāvu, kuri piedalās dalībnieku WSS savstarpējo saistību dzēšanas procesā ar savstarpēju maksājuma ieskaitīšanu.

Kā piemērs promocijas darbā ir apskatīta savstarpējo saistību WSS dzēšanas procedūra par pārdotām un aizgriezniskām aviapārvadājumiem, dzelzceļa pārvadājumiem un viesnīcas pakalpojumiem starp ATSS dalībniekiem.

11.5. Ceļojumu aģentūru monitorings uz bāzi to darbības radītāju daudzfaktoru prognozi

Aģentūras pārdod gaisa pārvadājumus un papildu pakalpojumus uz noteiktu laika periodu. Pārdošanas perioda beigās aģentūra nosūta pakalpojumu sniedzējiem atskaites par pārdošanām un pārskaita naudas līdzekļus par pārdotus pārvadājumus un papildu pakalpojumus. Kā likums, atskaišu noformēšanas process un naudas līdzekļu pārskaitīšana ilgst dažas darbu dienas. Tādējādi pakalpojumu sniedzēji saņem savus rēķinus par ieņēmumiem vidēji par 10 dienām pēc pārdošanas perioda beigām. Tādējādi pakalpojumu sniedzējiem saņemt rēķinus par ieņēmumiem par vidēji 10 dienas pēc pēdējās pārdošanas perioda.

Pie šāda veida norēķinu kārtības pakalpojumu sniedzējiem neizbēgami parādījās finanšu riski: 10. dienā pēc tam, kad pārdošanas perioda beidzas, aģentam jau ir ieņēmumi par nākamajam pārdošanas periodu. Tādējādi summa riska ietver naudas līdzekļus vidēji par diviem pārdošanas periodiem.

Lai samazinātu finanšu riskus pakalpojumu sniedzējiem jāīsteno pastāvīga kontrole par aģentūru darbību un savlaicīgi pieņemt nepieciešamas rīcības pie aģentūrām.

Lai pilnīgi izslēgtu finanšu riskus vajag nepieciešamus pasākumus pieņemt agrāk, pirms tam, kad aģentūrai būs parāds par ieņēmumiem.

Lai aizsteigties notikumiem priekšā, vajadzīgi ne tikai statistiskie dati par pārdošanām un par ieņēmumu pārskaita termiņu pārkāpumu, bet arī darbības radītāju prognoze, pamatojoties uz statistiskiem datiem un ņemot vērā ne tikai iekšējos, bet arī ārējos faktoros, kas ietekmē aģentūras darbu.

Aģentūras pārstāvē atskaites par savu darbu dažādos vienādi atrodamos viens no otra laika momentos, kurus būsīm atzīmēt t , $t = 1, 2, \dots$ (diena, dekāde, utt.). Šīs atskaites tiek diferencētas atkarībā no pārdošanas vietas un par sniegtajam pakalpojumu veidiem, būsīm numurēt tās ar indeksu k , ($k = 1, 2, \dots, K$). Tālāk datus par veidiem būsīm saukt par *radītājiem*.

Noteiksim kādu akreditētu aģentūru. Apzīmēsim ar $Y(t) = (Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_K(t))^T$ atskaites radītāji laika momentam t . Tekošam laika momentam T būs datus $Y(1), Y(2), \dots, Y(T)$, kura pamatā vajag novērtējot riska līmeni aģentūras *ne maksātspējas*. Papildi ir zināmas *eksogēnie mainīgie (ārējie faktori)* laika momentam t , $t = 1, 2, \dots$: $x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_M(t))$. Atbilstoša statistika $x(1), x(2), \dots, x(T)$ ir mūsu rīcībā.

Tālāk ir apskaitītas statistiskās metodes riska līmeņa novērtēšanai. Tās ir pamatotas uz K -dimensijas radītāju $Y(t)$ un *eksogēniem mainīgiem* $x(t)$ par iepriekšējo laika periodu.

Apskatāms auto-regresijas modelis ir tāds: $i = 1, 2, 3$; $t > S$, 0 ; $c_{i,i} = 0$;

$$Y_i(t) = b_i + \sum_{j=1}^3 c_{i,j} Y_j(t) + \sum_{j=1}^3 \beta_{i,j} Y_j(t-1) + \sum_{s=2}^S \beta_i^{(s)} Y_i(t-s) + \sum_{j=1}^M \alpha_{i,j} x_j(t) + Z_i(t). \quad (15)$$

Ievadīsim tādas apzīmējumus:

$$b = (b_1 \quad b_2 \quad b_3)^T, \quad C = (c_{i,j})_{3 \times 3}, \quad B = (\beta_{i,j})_{3 \times 3}, \quad \beta^{(s)} = (\beta_1^{(s)}, \beta_2^{(s)}, \beta_3^{(s)})^T, \quad A = (\alpha_{i,j})_{3 \times M}, \quad x(t) = (x_1 \quad \dots \quad x_M)^T.$$

Tagad modeli (15) var pierakstīt tādām matricu veidam:

$$Y(t) = (Y_1(t), Y_2(t), Y_3(t))^T = b + CY(t) + BY(t-1) + \sum_{s=2}^S \text{diag}(\beta^{(s)}) Y(T-s) + Ax(t) + Z(t), \quad (16)$$

kur $Z(t) = (Z_1(t), Z_2(t), Z_3(t))^T$ ir trīs-dimensijas gadījuma vektors ar neatkarīgām komponentēm un nezināmām dispersijām $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2$.

Galu galā, šinī modelī ir tādas lineārās sakarības:

- 1) starp vektora $Y(t)$ komponentēm;
- 2) vektora $Y(t)$ no iepriekšējām vērtībām $Y(t-1)$;
- 3) vektora $Y(t)$ komponentes no S iepriekšējām atbilstošu komponentu vērtībām;
- 4) vektora $Y(t)$ no *eksogēniem mainīgiem* $x(t)$ un no gadījuma sastāvdaļas $Z(t)$ laika momentam t .

Par nezināmiem parametriem ir $b, C, B, \beta^{(s)}$ ($s = 1, \dots, S$), A un $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2$. Tāpēc ka $c_{i,i} = 0$, mums ir $3(7+M+S)$ parametri. Tas ir liels skaitlis, un parametru novērtējums ir sarežģīts uzdevums.

Var atvieglot uzdevumu, ja izmantot diskantu ar noteiktu koeficientu d^{t-s} formulā (15) d^{t-s} Tagad mūsu modelim būs tāds veids:

$$\begin{aligned}
Y(t) &= (Y_1(t), Y_2(t), Y_3(t))^T = \\
&= b + CY(t) + BY(t-1) + \text{diag}(\beta^{(1)}) \sum_{s=2}^S d^{t-s} Y(t-s) + Ax(t) + Z(t),
\end{aligned} \tag{17}$$

Nezināmo parametru skaits ir vienāds ar $24+3M$.

Apskatāmie modeli ir ļoti kopīgie. Bieži var atnest kādas sastāvdaļas un dabūt parastākus modeļus.

Modeļu (16) un (17) parametru novērtēšana ir veikta ar daudz-dimensijas statistiskas metodēm.

Pierakstīsim (17) daudz-dimensijas regresijas veidā. Lai N būs novērošanu skaits, $N > 4 + M$; Θ ir nezināmo parametru matrica izmēram $3 \times (4+M)$ un $\Psi(t, N)$ ir eksogēnu mainīgo matrica izmēram $(4+M) \times N$. Tad

$$\begin{aligned}
\mathcal{Y}(t, N) &= ((Y(t-N+1), Y(t-N+2), \dots, Y(t)))^T = \Theta \Psi(t, N) + \mathcal{Z}(t, N), \\
\mathcal{Z}(t, N) &= ((Z(t-N+1), Z(t-N+2), \dots, Z(t))).
\end{aligned} \tag{18}$$

Tagad mums vajag saformulēt matricas Θ un $\Psi(t, N)$:

$$\Theta = (b \quad B \quad A) = \begin{pmatrix} b_1 & \beta_{1,1} & \beta_{1,2} & \beta_{1,3} & \alpha_{1,1} & \dots & \alpha_{1,M} \\ b_2 & \beta_{2,1} & \beta_{2,2} & \beta_{2,3} & \alpha_{2,1} & \dots & \alpha_{2,M} \\ b_3 & \beta_{3,1} & \beta_{3,2} & \beta_{3,3} & \alpha_{3,1} & \dots & \alpha_{3,M} \end{pmatrix}_{3 \times (4+M)}. \tag{19}$$

$$\Psi(t, N) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \sum_{s=1}^S d^{t-s} Y(t-(N-1)-s) & \sum_{s=1}^S d^{t-s} Y(t-(N-2)-s) & \dots & \sum_{s=1}^S d^{t-s} Y(t-s) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x(t-(N-1)) & x(t-N+2) & \dots & x(t) \end{pmatrix}_{(4+M) \times N}. \tag{20}$$

Acīmredzot, ka novērtējuma gaitā vajag dot vairāk svaru vēlākiem novērojumiem. Lai ω ir pozitīvs skaitlis, nelielāk 1. Dosim pēdējam novērojumam svaru 1, priekšpēdējam ω , tālāk ω^2 un to tālāk. laika momentam $t-n$ būs svars ω^{t-n} , $n = 1, 2, \dots, t$. Lai W ir diagonāles matrica ar elementiem $\{\omega^{t-n}\}$ uz diagonāli. tas ir tā saukdama *svara matrica*.

Svara metodes novērtējumam būs tāds veids:

$$\tilde{\Theta} = ((\tilde{b} \quad \tilde{B} \quad \tilde{A})) = \mathcal{Y}(t, N) W \Psi(t, N)^T (\Psi(t, N) W \Psi(t, N)^T)^{-1}. \tag{21}$$

Pēc modeļa parametru novērtējuma, pārejām uz aģentūras *ne maksātspējas riska* novērtējumu. Pie tam izmantojam kompozītu kritēriju

$$R(t) = r^T Y(t) = \begin{pmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_1(t) \\ Y_2(t) \\ Y_3(t) \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^3 r_i Y_i(t), \quad (22)$$

kur svāri $(r_1 \ r_2 \ r_3)$ ir doti.

Lai ja kritērija $R(t)$ vērtība lielāk, tad risku vairāk. Mums ir dota kritērija $R(t)$ kritiskā robeža R^* . Ja šī robeža būs pārsniedzta, tad ir vietā risks.

Mums tādas kārtulas riska novērtēšanai:

1. *Kārtula.* Ja t ir laika tekošs moments, un $R(t) > R^*$, tad riskam ir vietā.

2. *Kārtula.* Lai mums ir statistiskie dati par t periodiem, un mēs gribam novērtēt risku nākošam laika momentam $t+\tau$ ($\tau > 0$). Sastādīsim prognozi pēc formulas

$$\tilde{R}(t+\tau) = r^T \tilde{Y}(t+\tau) = \begin{pmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tilde{Y}_1(t+\tau) \\ \tilde{Y}_2(t+\tau) \\ \tilde{Y}_3(t+\tau) \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^3 r_i \tilde{Y}_i(t+\tau). \quad (23)$$

Gadījuma sastāvdaļai ir tādā dispersija:

$$D = D(r^T Z(t+\tau)) = D\left(\sum_{i=1}^3 r_i Z_i(t+\tau)\right) = \sum_{i=1}^3 r_i^2 D(Z_i(t+\tau)) = \sum_{i=1}^3 r_i \sigma_i^2. \quad (24)$$

Aprēķinājam riska varbūtību:

$$P\{\tilde{R}(t+\tau) + r^T Z(t+\tau) \geq R^*\} = P\left\{\sum_{i=1}^3 r_i \tilde{Y}_i(t+\tau) + r^T Z(t+\tau) \geq R^*\right\} = 1 - \Phi\left(\frac{1}{\sqrt{\tilde{D}}}\left(R^* - \sum_{i=1}^3 r_i \tilde{Y}_i(t+\tau)\right)\right), \quad (25)$$

kur nezināmo dispersiju $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2$ vietā mēs izmantojam to novērtējumus, kad pielietojam formulu (24).

Riska līmenis it noteikt ar šo varbūtību.

Promocijas darbā dot piemērs, kāds ilustrē piedāvājumu pieeju. Izstrādāta modeļa aprobācija bija veikta uz konkrētu piemēru par akreditētas aģentūras risku.

12. NOBEIGUMS

1. Veiktā pasaules pasažieru gaisa transporta pakalpojumu attīstības tendenču analīze parādīja, ka uz neapmierinošo finanšu rezultātu fona klasiskās aviokompānijas ir

spiestas īstenot kardinālus pasākumus savas rentabilitātes kvalitatīvai paaugstināšanai, kuras pamats ir papildus pakalpojumu pārdošana caur savām aviokompāniju tīmekļa vietnēm.

2. Ar mērķi paaugstināt konkurenci ar aviokompāniju vietnēm, pasaules WSS tāpat ir jāpaplašina pārdošanai piedāvātais papildu neaviācijas pakalpojumu spektrs. Efektivitātes un konkurences spējas paaugšanas virzieni ir infrastruktūras, loģistikas un IT attīstība, kas nodrošina šo pakalpojumu pārdošanu. Tādi pasākumi veicinās pasaules WSS pārvēršanos par norēķinu kombinētajām transporta sistēmām, visu WSS dalībnieku ienākumu paaugstināšanos pie minimāliem papildus izdevumiem, plaša spektra aviācijas un neaviācijas pakalpojumu pārdošanu kompleksā vienā pārdošanas punktā.

3. Papildu neaviācijas pakalpojumu pārdošanas un savstarpējo norēķinu ATSS-TCH neitrālā vidē organizācijas kompleksa analīze bija veikta, kas parādīja, ka tas jau nodrošina priekšrocības ATSS-TCH dalībniekiem.

4. Izstrādātais modelis papildus neaviācijas pakalpojumu formēšanai un investīciju sadalei to pārdošanas projektiem WSS determinēta un stohastiskā uzstādījumā, kas atšķiras no klasiskā uzdevuma „par mugursomu”, ievērojot sinerģisko efektu no mugursomā kopīgi ievietotajiem priekšmetiem, izstrādāta izvīrītā uzdevuma atrisināšanas metode un programmatūra.

5. Ņemot vērā izstrādāto modeli papildus neaviācijas pakalpojumu kompleksa formēšanai un investīciju sadalei to pārdošanas projektiem WSS, izstrādātas metodiskas rekomendācijas norēķinu organizēšanai jaunajiem papildus neaviācijas pakalpojumiem un investīciju sadalei to attīstības projektiem.

6. Izstrādāta tīkla grafika darbu izpildes laika sadalījuma noteikšanas skaitliskā metode, kas balstīta uz pozitīvu ierobežotu gadījuma lielumu sadalījuma funkciju polinomiālo aproksimāciju un kas atvieglo darbu ar dažādiem sadalījumiem, vienveidīgi un vienkārši aprakstot sadalījuma funkcijas. Metode bija izmantot ne tikai WSS, bet arī operatīvas vadības procesu automatizācijai lidostās, kad ir vietā nestandarta situācija.

7. Izstrādāta savstarpējo saistību WSS dzēšanas uzdevuma atrisināšanas metode, kas balstīta uz grafa virsotņu saistīto kontūru meklēšanu, uz kā pamata būtiski samazinās metodes aprēķinu darbietilpība, bet vienlaicīgi tiek nodrošināta tā augsta efektivitāte. Uzdevuma atrisināšanai izmantotas klasiskās grafu un lineārās programmēšanas metodes.

8. Pamatojoties uz daudzfaktoru darbības radītāju prognozi bija izstrādāts modelis akreditēto aģentūru ATSS-TCH monitoringam, lai novērtētu maksātnespējas riska bīstamības līmeni.

9. Disertācijas pētījumu rezultāti bija atspoguļoti divos mācību līdzekļos ar Krievijas Federācijas Mācību-metodiskas komisijas spiedogiem (menedžmenta nozarē),

Transporta un Sakaru Institūta (Latvija) mācību līdzeklī, un mācību līdzeklī par aeronavigāciju Krievijas augstskolām.

10. Izstrādāti modeļi ir izmantoti praksē ATSS-TCH, kā to apstiprina normatīvie dokumenti (apstiprināti ar TCH prezidētam), metodiskās rekomendācijas, kā arī ieviešanas akts.

AUTORA PUBLIKĀCIJAS

Raksti un tēzes

1. M. Rebezova, N. Sulima, R. Surinov. (2012). Development trends of air passenger transport services and service distribution channels. *Transport and Telecommunication*, Vol. 13, № 2, Riga, Latvia, pp. 159-166. ISSN 1407-6160. **(SCOPUS)**
2. Г. С. Вороницына, М. И. Ребезова, Р. Т. Суринов. (2012). Тенденции развития пассажирских перевозок и дополнительных услуг в гражданской авиации. *Научный вестник МГТУ ГА*. № 181 (7), Москва, с. 39-45. ISSN 2079-0619.
3. Г. С. Вороницына, М. И. Ребезова. (2012). Логистика документооборота по дополнительным услугам в системе взаиморасчетов на воздушном транспорте. *Научный вестник МГТУ ГА*. № 190, Москва, с. 40-43. ISSN 2079-0619
4. М. И. Ребезова. (2012). Глава 11 «Учет и отчетность по продаже перевозок и дополнительных услуг в СВВТ» учебного пособия УМО в области менеджмента «Введение в систему взаиморасчетов на воздушном транспорте»/ Общ. редакция Э. И. Махарев, С. В. Ильичев. Москва «Студент». С. 433-494. ISBN 978-5-4363-0024-5.
5. M. Rebezova, N. Sulima, R. Surinov. (2012). Modification of a Knapsack Problem Taking into Consideration the Effect of Objects Interaction. *Proceedings of the 12th International Conference «RELIABILITY and STATISTICS in TRANSPORTATION and COMMUNICATION» (RelStat'12)*. 17-20 October 2012, Riga, Latvia, pp. 76-77. ISBN 978-9984-818-50-4.
6. M. Rebezova, N. Sulima, R. Surinov. (2013). A Modification of the Knapsack Problem Taking Into Account the Effect of the Interaction Between the Items. *Automatic Control and Computer Sciences*, Vol. 47, № 2, Allerton Press, Inc., pp. 107-112. ISSN 0146-4116. **(Springer)**
7. M. Rebezova, N. Sulima, R. Surinov. (2013). Stochastic Modification of the Knapsack problem. *Proceedings of the Seventh International Workshop on Simulation*. 20-25 May 2013, Rimini, Italy, pp. 304-305. ISSN 1973-9346.
8. A. M. Andronov, M. I. Rebezova. (2013). Polynomial approximation of the activity time distribution in network diagrams. *Automatic Control and Computer Sciences*, Vol. 47, № 4, Allerton Press, Inc., pp. 192-201. ISSN 0146-4116. **(Springer)**
9. M. Rebezova. (2013). Repayment Problem at a Settlement of Debts. *Computer Modelling and New Technologies*, vol. 17, № 2, pp. 7-14. ISSN 1407-5816, ISSN 1407-5814 (Online: www.tsi.lv).

10. A. M. Andronov, M. I. Rebezova. (2013). Polynomial approximation for the PERT-CPM problem. *Proceedings of the 13th International Conference «RELIABILITY and STATISTICS in TRANSPORTATION and COMMUNICATION» (RelStat'13)*. 16-19 October 2013, Riga, Latvia, p. 69. ISBN 978-9984-818-59-7.
11. Э. И. Махарев, М. И. Ребезова, Р. Т. Суринов. (2013). Развитие услуг мирового пассажирского транспорта и каналов их распределения. *Материалы Конференции «Транспортные услуги 2013»*. 3-4 июля 2013, Москва, Россия. <http://www.aavt.ru/archives/1588>.
12. Е. М. Разумова, М. И. Ребезова, Р. Т. Суринов (2013). Методические рекомендации по формированию услуг Системы взаиморасчетов на воздушном транспорте и аккредитованных агентств на основе распределения заданных инвестиций. ТКП, Москва. <http://www.tch.ru/rus/news/svvt/?period=12.2013>.
13. Г. С. Вороницына, М. И. Ребезова. (2015). Перспективы развития систем взаиморасчетов на воздушном транспорте, как каналов дистрибуции услуг воздушного транспорта, в конкуренции с web-сайтами авиакомпаний. *Научный вестник МГТУ ГА*. № 214 (4), Москва, с. 37-44. ISSN 2079-0619.
14. Э.И. Махарев, М. И. Ребезова, А.А. Русс и др. (2015) Учебное пособие УМО в области аэронавигации «Система взаиморасчетов на воздушном транспорте. Электронная коммерция». Учебное пособие/Общ. редакция Э. И. Махарев, А. А. Русс, М. Ю. Смуров. Москва «Студент», с. 413-455. ISBN 978-5-4363-0069-6.
15. T. Aliev, M. Rebezova, A. Russ (2015). Statistical Monitoring Models of Travel Agencies in the Settlement System. *Proceedings of Eighth International Workshop on Simulation*. 21-25 September 2015, Vienna, Austria, pp. 17-18. ISBN 978-3-900932-28-2.
16. T. Aliev, M. Rebezova, A. Russ (2015). Statistical Methods for Monitoring Travel Agencies in the Settlement System. *Automatic Control and Computer Sciences*, Vol. 49, № 6, Allerton Press, Inc., pp. 321-327. ISSN 0146-4116. **(Springer)**
17. М. И. Ребезова (2016). Формирование проектов развития Системы взаиморасчетов на воздушном транспорте в условиях стохастической синергии их совместной реализации. *Вестник СпБУ ГА*, № 1 (10), Санкт-Петербург, с. 88-97, ISSN 2075-9878.
18. Г.В. Головченко, М.И. Ребезова (2016). Метод расчета сетевых графиков выполнения работ, учитывающий наличие располагаемых ресурсов. *Научный вестник МГТУ ГА*. Москва (in press).

DISERTĀCIJAS PĒTĪJUMU MATERIĀLI MĀCĪBU LĪDZEKĻOS ²

1. Э. И. Махарев, А. А. Русс, Р.Т. Суринов. (2011) *Основы Системы взаиморасчетов на воздушном транспорте*. Учебное пособие Института транспорта и связи (Рига, Латвия). Параграф 11.4 Схемы документооборота и движения денежных средств, с. 668-677. ISBN 978-9984-818-45-0.
2. Э.И. Махарев, В.С. Горин, А.А. Русс, Р.Т. и др. (2012) *Введение в Систему взаиморасчетов на воздушном транспорте*. Учебное пособие УМО по образованию в области менеджмента для студентов ВУЗОВ. Глава 11. Учет и отчетность по продаже перевозок и дополнительных услуг в СВВТ. Москва «Студент», с. 433-494. ISBN 978-5-4363-0024-5.
3. В.С. Горин, Э.И. Махарев, В.А. Персианов и др. (2014) *Продажа услуг: пассажирский транспорт*. Учебное пособие УМО по образованию в области менеджмента для студентов ВУЗОВ. Параграфы 3.2. Логистическое обеспечение продажи услуг пассажирского транспорта (с. 77-90) и 10.4. Учет и отчетность, анализ, контроль и мониторинг в менеджменте продажи услуг пассажирского транспорта (с. 347-374). Москва «Студент». ISBN 978-5-4363-0038-2.

² Ir aatspoguļots mācību līdzekļu ievados un slēdzienos