

**BALTIJAS STARPTAUTISKĀ AKADĒMIJA
BALTIC INTERNATIONAL ACADEMY**



Mg. oec. Balajars Aļjevs

**INOVĀCIJAS PROCESU IETEKME UZ LATVIJAS KUĢU BŪVES
NOZARES KONKURĒTSPĒJU**

**INFLUENCE OF INNOVATION PROCESSES ON THE
COMPETITIVENESS OF THE LATVIAN
SHIPBUILDING INDUSTRY**

Promocijas darba **KOPSAVILKUMS**
ekonomikas doktora (*Dr. oec.*) zinātniskā grāda iegūšanai

SUMMARY
of the Doctoral thesis
for obtaining the doctoral degree in Economics (*Dr. oec.*)

Darba zinātniskais vadītājs:
profesors *Dr. sc. ing. Jurijs Kočetkovs*
Zinātniskā konsultante:
profesore *Dr. oec. Inna Stecenko*

Rīga 2018

INFORMĀCIJA

Promocijas darbs “Inovācijas procesu ietekme uz Latvijas kuģu būves nozares konkurētspēju” izpildīts Baltijas Starptautiskajā akadēmijā (BSA) Ekonomikas nozarē.

Doktora studiju programma – Reģionālā ekonomika un ekonomikas politika.

Promocijas darba zinātniskais vadītājs – profesors Dr. sc. ing. Jurijs Kočetkovs.

Zinātniskā konsultante - Baltijas Starptautiskās Akadēmijās, profesore Dr.oec. Inna Stecenko.

Promocijas darba zinātniskā aprobācija noslēguma posmā:

- Apspriests un aprobēts doktora studiju programmas Reģionālas ekonomikas un ekonomiskās politikas sēde 2015. gada 04.jūlijā.
- Prezentēts un apspriests informatīvajā seminārā doktora studiju programmas 2016. gada 13. decembrī.
- Apspriests un aprobēts doktora studiju programmas Reģionālas ekonomikas un ekonomiskās politikas un akadēmiskā personāla nozares Ekonomikas sēde 2017.gada 02.jūlijā.
- Atzīts par pilnīgi sagatavotu un pieņemts Ekonomikas nozare reģionālas ekonomikas apakšnozare Promocijas padome 2018.gada 14.jūlijā

Oficiālie recenzenti:

1. Dr. sc.ing. Žanna Caurkubule – Promocijas padomes eksperte, Baltijas Starptautiskās Akadēmijās profesore, Latvija.
2. Dr.oec. Iveta Mietule – Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijā, profesore, Latvija.
3. Ph. D. Marianna Drazhanova – asoc. profesore Academy of Sting, Čehija

Promocijas darba aizstāvēšana notiks Baltijas Starptautiskajā akadēmijā Promocijas padomes atklātajā sēdē 2019. gada 17.janvārī. (13:00, 317.aud) Lomonosova 4, Rīga.

Ar promocijas darbu var iepazīties BSA bibliotēkā (Lomonosova 1, Rīga).

Atsauksmes sūtīt Promocijas padomes sekretārei Lomonosova 4, Rīga, LV-1003, tālr. 67100234, e-pasts: ebsi-golubkova@inbox.lv. Atsauksmes vēlams sūtīt skenētā veidā ar parakstu.

Promocijas padomes sekretāre – BSA profesore Dr. oec. Tatjana Golubkova.

SYNOPSIS

The doctoral dissertation “Influence of Innovation Processes on the Competitiveness of the Latvian Shipbuilding Industry” has been elaborated at the Baltic International Academy.

Doctoral Study Programme – Regional Economy and Economic Policy.

Scientific supervisor of the doctoral dissertation – professor Dr. sc.ing. Yuri Kochetkov.

Consultant of the doctoral dissertation- Baltic International Academy professor Dr.oec. Inna Stecenko.

Scientific approbation of the doctoral dissertation at the concluding stage:

- Discussed and approbated the doctoral program in the regional economy and economic policy and academic sectors of Economic meeting on 2015 year 4th July.
- Presented and discussed in an informative seminar doctoral program in 2016.year 13th December.
- Discussed and approbated by Promotion Council for economic sector and Regional Economics, on 02 July 2017.
- Acknowledged as a fully prepared and accepted by Promotion Council for economic sector and Regional Economics, on 14 July 2018.

Official reviewers:

1. Dr. ing. Zhanna Caurkubule – the expert of the Promotion Council, a professor Baltic International Academy, Latvia.
2. Dr.oec. Iveta Mietule – Rezekne Academy of Technologies, professor, Latvia.
3. Ph. D. Marianna Drazhanova – asoc. professor of Academy of Science, Czech Republic.

Presentation and defence of the Ph.D. paper will be held at a public meeting of the Baltic International Academy of Promotional Council for Economics, on 2019 year 17.January in Riga, Lomonosova 4, (317, 13:00).

The doctoral dissertation is available for reviewing at the Library of Baltic International Academy, Lomonosova 1, Riga.

You are welcome to send your comments to the Secretary of the Promotional Council, Lomonosova 4, Riga, LV-1003, phone 67100234, e-mail.ebsi-golubkova@inbox.lv. It is advised to send your comments in scanned form and undersigned Secretary of Promotional Council – BSA.

Publikāciju saraksts / List of publications

1. Aliev B. “Перспективы и проблемы развития отрасли судостроения и судоремонта Латвии”. *Сборник V научной международной конференции молодых ученых в BSA*, 14-15 мая 2015г., с. 83-88.
ISBN 978-9984- 47-102-0.
2. Kochetkov Yu., Aliev B. “Aspects of stable development of the shipbuilding branch in Latvia “. *11th International Scientific Conference, Klaipeda*, 23 october 2015.
VADYBA, Journal of Management, vol.27, No. 2, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2015, p. 51-58.
ISSN 1648-7974.
Intern. Databases: IC, CEEOL, EBSCO.
3. Kochetkov Yu., Aliev B. “Improving the competitiveness of Latvia’s shipbuilding as a basis of strategy for the successful development of the industry in the context of globalization”. 18. starptautiskā zinātniskā conference “Sabiedrība un kultūra: Saknes un izaugsme”, 2015. g., 14. – 15. Maijs, Liepājas Universitāte, Liepāja.
4. Kochetkov Yu., Aliev B. “Повышение конкурентоспособности судостроения Латвии как основа стратегии успешного развития отрасли в условиях глобализации”. “Sabiedrība un kultūra”, rakstu krājums No. XVIII, Liepājas Universitāte, Liepāja, 2016, 269-280 lpp.
ISSN 1407- 6918.
5. Kochetkov Yu., Aliev B. “ Evaluating the strategic directions of innovative development of the shipbuilding industry in Latvia”. *Computer Modelling and New Technologies*, vol. 20, No 1. Latvian Transport Development and Education Association, Riga, 2016, p. 27-32. ISSN 1407-5806,
ISSN 1407-5814.
Intern. Databases: SCOPUS, INSPEC, VINITI, CAC, EICompendex.
6. Aliev B., Kochetkov Yu., “Risks in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia”. *VADYBA, Journal of Management*, vol.28, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2016, p. 9-13.
ISSN 1648-7974.
Intern. Databases: IC, CEEOL, EBSCO.
7. Aliev B., Kochetkov Yu., “Characteristics of the risks of innovation process in the industry of shipbuilding in Latvia”. *BSA, zinātnisko rakstu krājums, V Starptautiskā zinātniski praktiskā conference “The transformation process of law, the regional economy and economic policy: the relevant economic and political and legal issues”*, 2016. g. 9. decembris. Rīga: BSA, 2017, 27-36 lpp.
ISBN 978-9984-47-143-3.

8. Aliev B., Kochetkov Yu., Nedelev K. "Innovative processes in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia". VADYBA, Journal of Management, vol.30, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2017, p. 111-116.
ISSN 1648-7974.
Intern. Databases: IC, CEEOL, EBSCO.
9. Aliev B., Kochetkov Yu. "Strategies of Latvian enterprises in international competition". The 16th International Scientific Conference "Information Technologies and Management" 2018. Theses of paper. April 26 – 27, Riga, 2018. ISMA University, p. 129 –131.
ISSN 1691-2489.

Piedalīšanās starptautiskajās zinātniskajās konferencēs:

1. Aliev B. Судостроение в Латвии перспективы и проблемы развития, II. STARPTAUTISKĀ ZINĀTNISKI PRAKTISKĀ KONFERENCE "Transformācijas process tiesībās, reģionālajā ekonomikā un ekonomiskajā politikā: ekonomiski-politisko un tiesisko attiecību aktuālās problēmas" 2013. gada 10.decembrī
2. Aliev B. Латвийские компании судостроительной отрасли: анализ и прогноз развития, III Starptautiskā zinātniski praktiskā konference "Transformācijas procesi tiesībās, reģionālajā ekonomikā un ekonomiskajā politikā: ekonomiski-politisko un tiesisko attiecību aktuālās problēmas". BSA, Rīga, 2014. gada 12. decembrī
3. Aliev B. Сравнительный анализ судостроительной отрасли в странах Европейского Союза, V Starptautiskā zinātniski praktiskā konference « REĢIONĀLO EKONOMIKU TRANSFORMĀCIJA: STABILA ATTĪSTĪBA UN KONKURĒTSPĒJA» Rīgā, 2015. gada 5.-6. jūnijā
4. Aliev B. "Перспективы и проблемы развития отрасли судостроения и судоремонта Латвии". Сборник V научной международной конференции молодых ученых в BSA, 2015
5. Aliev B. "Aspects of stable development of the shipbuilding branch in Latvia ". 11th International Scientific Conference, Klaipeda 23.10.2015. (kopā ar Kochetkov Yu.,)
6. Aliev B. "Improving the competitiveness of Latvia's shipbuilding as a basis of strategy for the successful development of the industry in the context of globalization". 18. starptautiskā zinātniskā konference "Sabiedrība un kultūra: Saknes un izaugsme", 2015. g., 14.–15. maijs. Liepājas Universitāte, Liepāja, Latvija.(Kochetkov Yu.,)
7. Aliev B. "Characteristics of the risks of innovation process in the industry of shipbuilding in Latvia". BSA, zinātnisko rakstu krājums, V Starptautiskā zinātniski praktiskā konference "The transformation process of law, the regional economy and economic policy: the relevant economic and political and legal issues", 2016. g. 9. decembris. Rīga: BSA, 2017 (kopā ar Kochetkov Yu.,)
8. Aliev B. "Strategies of Latvian enterprises in international competition". The 16th International Scientific Conference "Information Technologies and Management" 2018. Theses of paper. April 26–27, Riga, 2018. ISMA University, p. 129 –131. ISSN 1691-2489 (kopā ar Kochetkov Yu.,)

Par zinātniskā pētījuma veikšanu un tā rezultātu nodošanu. Rīgā, 2015. gada 2. martā.

Pasūtītājs: Nacionālo Resursu institūts, reģ. No. 4008145673.

Izpildītājs: BSA Liepājas filiāle, reģ. No. 40003101808.

Pasūtītājs pasūta un Izpildītājs apņemas veikt zinātnisko pētījumu: „*Kuģu būves un kuģu remonta nozares attīstības perspektīvas un problēmas Latvijā.*”

Darbu veic: *Dr.sc.ing.* Jurijs Kočetkovs un doktorants BSA Balajars Aļievs.

Paredzētais darbs izpildīts kvalitatīvi un atbilstoši Līguma prasībām (Nodošanas – pieņemšanas akts No. BSA16 – Lig.2; 18.05.2016.).

SATURS

ANOTĀCIJA.....	8
IEVADS.....	9
1.INOVĀCIJU IEVIEŠANAS EKONOMIKĀ TEORĒTISKIE ASPEKTI.....	13
1.1. Inovāciju daba un ietekme uz konkurētspēju ekonomikā.....	13
1.2.Rūpniecības konkurētspēju ietekmējošo galveno faktoru attiecību novērtēšanas metodoloģija.....	17
1.3.Rūpniecības konkurētspēju ietekmējošo galveno faktoru attiecību novērtēšanas metodoloģija.....	23
2. KUĢU BŪVES UN KUĢU REMONTA NOZARES MŪSDIENU ATTĪSTĪBAS RAKSTUROJUMS.....	27
2.1. Kuģu būves un kuģu remonta nozares attīstības analīze pasaules ekonomikā.....	28
2.2. Latvijas kuģu un laivu būves attīstības tendenču analīze.....	32
2.3. Investīciju un inovāciju aktivitāte kā pamats kuģu un laivu būves attīstībai Latvijā.....	36
2.3.1.Riski kuģu un laivu būvē Latvijā.....	36
2.3.2.Novatorisku procesu risku raksturojums Latvijas kuģu un laivu būvē.....	37
3. LATVIJAS KUĢU UN LAIVU BŪVES KONKURĒTSPĒJAS UZLABOŠANAS VEIDI.....	40
3.1. Latvijas kuģu un laivu būves konkurētspēju ietekmējošo faktoru sistēmas ilgtspējas novērtējums.....	41
3.1.1. Kuģu un laivu būves konkurētspējas prognozes.....	42
3.2. Nozares uzņēmumu galveno problēmu ekspertīze.....	44
3.3. Inovācijas procesa interaktīvā modeļa izstrāde.....	50
3.4.Ieteikumi kuģu būves un kuģu remonta rūpniecības uzņēmumu konkurētspējas uzlabošanai.....	56
SECINĀJUMI UN IETEIKUMI.....	57

ANOTĀCIJA

Pasaules bruto produkcijas apjomu palielināšanās un jūras kravu pārvadājumu pieaugums ir aktualizējis šī promocijas darba mērķi – izpētīt kuģu būves un kuģu remonta nozares konkurētspēju Latvijā.

1. nodaļā autors analizē teorētiskos aspektus inovāciju ieviešanai ekonomikā. Konkurences novērtēšanas metožu klasifikācija tiek veikta no inovāciju ieviešanas aspekta. Autors piedāvā modeli inovācijas un nozares konkurētspējas faktoru novērtēšanai un izstrādā metodoloģiju nozares konkurētspēju ietekmējošo galveno faktoru attiecību noteikšanai.

2. nodaļā autors veic pasaules jūras kravu transporta analīzi. Tiek identificēti jūras kravu pārvadājumu līderi, pētot gan ES valstis, gan pārējās pasaules valstis. Autors īpašu uzmanību pievērš kuģu būves un kuģu remonta nozares attīstībai Latvijā. Tiek veikta Latvijas, ES valstu un pasaules valstu kopējā jūras flotes analīze. Analīze, kas veikta ar ekonometriskām metodēm, parāda kuģu un laivu būves ietekmi uz Latvijas ekonomiku kopumā.

3. nodaļā autors izstrādā un izvērtē kuģu un laivu būves konkurētspēju ietekmējošo faktoru sistēmas ilgtspēju Latvijā. Ir izstrādāts arī interaktīvs inovāciju procesu modelis un tiek veiktas kuģu un laivu būves konkurētspējas prognozes. Izmantojot ekonometriskos modeļus, autors analizē nozares galveno problēmu novērtējumu ekspertu skatījumā un to izmanto ieteikumu formulēšanā.

Atslēgas vārdi: reģions, inovācijas, konkurētspēja, kuģu būve un kuģu remonts.

IEVADS

Pētījuma tēmas aktualitāte

Jūras transports pagājušajā gadsimtā ir radikāli mainījies, bet tā loma pasaules ekonomikā un ārējā tirdzniecībā joprojām ir ļoti nozīmīga, būtībā pieaug. Tieši jūras transports lielā mērā ir nodrošinājis un turpina nodrošināt pasaules ekonomisko saišu attīstību un ekonomiskās aktivitātes teritoriālo paplašināšanos. Jūras transports ir viens no universālākajiem transporta veidiem starptautiskajā transportā. Tas veido vairāk nekā 70% no visiem pasaules kravu pārvadājumiem, kopējais kravu apjoms ir aptuveni 3,6 miljardi tonnu gadā, un tas veido apmēram 4/5 no visas starptautiskās tirdzniecības. Jūras transports veicina valstu un kontinentu sadarbību.¹

Nemot vērā pašreizējās tendences pasaules ekonomikas attīstībā, ir ļoti svarīgi, lai katras valsts ekonomikai būtu konkurences priekšrocības, pateicoties kurām tā attīstīsies gan valsts līmenī, gan starptautiskā mērogā. Ražošanas attīstība un līdz ar to ekonomiskā izaugsme, t.sk. ar ienākšanu starptautiskajā tirgū, nav iespējama bez attīstītas loģistikas sistēmas. Latvijai šis jautājums ir īpaši aktuāls kuģniecībai labvēlīgā ģeogrāfiskā stāvokļa dēļ.

Latvija vēsturiski un ģeogrāfiski ir jūrniecības valsts. Cilvēki Baltijas jūras krastos izsenis būvēja zvejas laivas un lielus kuģus, lai galvenokārt tirdzniecības nolūkos pa jūras ceļiem nokļūtu citās valstīs. Tāpēc pašlaik kuģu būves nozare – kuģu un citu ūdens transportlīdzekļu būve, remonts un apkope – ir svarīgs atzars valsts rūpniecībā. Pastāvīgo darbinieku skaits šajā nozarē Latvijā ir vairāk nekā 1 tūkst. iedzīvotāju 2018. gadā un uzņēmumu skaits laikposmā 2010.–2016. gads svārstās no 40 līdz 50. Lielākie nozares uzņēmumi (kuģu būvētavas Rīgā un Liepājā) katru gadu iemaksā valsts budžetā nodokļos apmēram 300 tūkst. EUR. Pastāvīgo darbinieku skaits šajās struktūrās ir aptuveni 750 cilvēki.²

Latvijas kuģubūves un kuģu remonta nozarei nepieciešams pastāvīgs uzlabojums, **inovatīvu risinājumu ieviešana konkurētspējas paaugstināšanai**, lai veiksmīgi konkurētu ar citu valstu un pasaules reģionu līdzīgiem uzņēmumiem par klientu pasūtījumiem. Nozares vadošajiem uzņēmumiem ir biznesa kontakti ar vairāk nekā 15 valstīm. Starp tām ir daudzas Eiropas valstis (Vācija, Zviedrija, Norvēģija u.c.) un zemes citos pasaules reģionos (Krievijā, Panamā, Kambodžā u.c.). Konkurētspēja ir galvenais rādītājs, kas daudzpusīgi raksturo uzņēmējdarbības struktūru darbības efektivitāti. Tas prasa produktivitātes celšanu kvalitatīvi jaunā līmenī, kam nepieciešamas inovatīvas tehnoloģijas un ražošanas līdzekļi un atbilstoši augstas kvalitātes darbaspēka resursi.

Pētījuma zinātniskās izstrādātības pakāpe

Latvijas tautsaimniecības transformācijas procesi ir veicinājuši pakalpojumu īpatsvara palielināšanos un ražošanas līmeņa samazināšanos. Tomēr uzņēmējdarbības pieredze Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozarē liecina, ka šī joma, pēc autora domām, var būt konkurētspējīga ne tikai Eiropas Savienības valstīs, bet visā pasaulē. Inovācijas ir nozīmīgs nozares konkurētspējas faktors. Konkurētspējas problēmas pētījuši tādi zinātnieki kā M. E. Porters³ (*Porter M. E.*), Makkinsijs⁴ (*McKinsey*), I. Ansofs

¹ Лимонов Э.Л. Внешнеторговые операции морского транспорта и мультимодальные перевозки. СПб.: Информационный центр «Выбор». 2017, 311 с. (in Russian).

² Central Statistical Bureau of Latvia base <http://www.csb.gov.lv/en/dati/explanation-symbols-database-40691.html> TARGET=_blank>Explanation of symbols in database

³ Porter M. E. The Competitive Advantage of Nations. Free Press. NewYork, 1998.

(I. Ansoff), L. Turovs⁵ (Thurrow L), R. Nelsons⁶ (Nelson R.); inovāciju ietekmi uz konkurētspēju novērtējuši J. A. Šumpēters⁷ (J. A. Schumpeter), P. Druckers⁸ (P. Drucker), B. Kvinns (B. Quinn), H. Valterss (H. Walters), L. Kīlijs (L. Keeley) un R. Pikels (R. Pikkell)⁹. Ievērojamu ieguldījumu inovāciju novērtēšanā Latvijas ekonomikā veic tādi zinātnieki kā I. Dubra, I. Ozoliņa-Ozola, S. Willutzky, S. Jesiļevska, M. Kairiša, N. Lāce, A. Magidenko, M. Šenfelde, Ē. Šumilo, L. Vasiļeva u.c.

Inovāciju ietekme uz kuģu būves un kuģu remonta nozares konkurētspēju tomēr nav pilnībā aplūkota.

Autors ir izvirzījis šādas hipotēzes:

1. impulsu procesu novērtēšanas metode atklāj negatīvos faktoros, kas ietekmē kuģu būves un kuģu remonta nozari Latvijā, un sniedz prognozes par tās attīstību.
2. Inovācijas procesa nelineārā interaktīvā modeļa izmantošana kuģu un laivu būvē Latvijā sekmē nozares veiksmīgu attīstību.

Promocijas darba mērķis ir novērtēt inovācijas aktivitātes ietekmi uz kuģu būves un kuģu remonta nozares konkurētspēju Latvijā.

Lai sasniegtu promocijas darba mērķi, izvirzīti ***šādi uzdevumi:***

1. klasificēt konkurētspējas metodes no inovācijas / inovatīvās darbības perspektīvas.
2. Balstoties uz konkurētspējas novērtēšanas metožu klasifikāciju un noteiktajiem principiem, izstrādāt modeli inovācijas un nozares konkurētspējas faktoru novērtēšanai.
3. Izstrādāt metodoloģiju, lai novērtētu nozares konkurētspēju ietekmējošo galveno faktoru attiecības.
4. Veikt analīzi par kuģu būves un kuģu remonta nozares attīstību pasaules ekonomikā un Eiropas Savienības valstīs.
5. Izpētīt Latvijas kuģu un laivu būves attīstības tendences.
6. Izmantojot ekonometriskās metodes, novērtēt investīciju un inovācijas riskus Latvijas kuģu un laivu būves nozarē.
7. Novērtēt Latvijas kuģu un laivu būves konkurētspēju ietekmējošo faktoru sistēmas ilgtspēju.
8. Veikt ekspertu novērtējumu par Latvijas kuģu un laivu būves uzņēmumu galvenajām problēmām, izmantojot ekonometriskās metodes.
9. Izstrādāt inovatīvu procesu interaktīvo modeli, izmantojot ekonomiskās un matemātiskās metodes.
10. Balstoties uz veikto pētījumu, formulēt secinājumus un ieteikumus Latvijas kuģu un laivu būves nozares attīstībai un konkurētspējai.

Pētījuma objekts ir kuģu būves un kuģu remonta nozare pasaules ekonomikā un Latvijā.

Pētījuma subjekts ir inovatīvās attīstības modeļi kuģu būves un kuģu remonta nozares konkurētspējas ietekmei.

⁴ McKinsey & Company (2008). Enduring Ideas: The GE–McKinsey nine-box matrix. Available at: http://www.mckinsey.com/insights/strategy/enduring_ideas_the_ge_and_mckinsey_nine-box_matrix

⁵ Thurrow L. Fortune Favorsthe Bold. NewYork, 2003.

⁶ Nelson R. National Innovation Systems: a ComparativeAnalyses. NewYork. 1993.

⁷ Joseph A. Schumpeter, The Theory of Economic Development An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle, Harvard Economic Studies 46, 1983, 255 pages.

⁸ Peter Drucker NewYork - Business & Economics – 2012 , 272 page.

⁹ Brian Quinn, Helen Walters, Larry Keeley, and Ryan Pikkell Ten Types of Innovation: The Discipline of Building Breakthroughs 2013, 276 pages.

Pētījuma metodes

Metodika nodrošina sistēmas pieeju problēmu risināšanai, panākot kvalitatīvo un kvantitatīvo metožu vienotību:

- monogrāfiskā jeb aprakstošā dokumentu analīzes metode; ļauj veikt detalizētu izpēti, pamatojoties uz plašu zinātniskās literatūras un normatīvo dokumentu apskatu;
- statistiskās izpētes metode; autors izmantoja savstarpējās sakarības analīzi (korelācijas analīzi, regresijas analīzi). Iegūto regresijas vienādojumu pārbaude konsekvences nodrošināšanai tika veikta, izmantojot Fišera kritēriju. Regresijas vienādojumi tika pārbaudīti attiecībā uz atlikumu autokorelāciju atbilstoši Durbina-Vatsona kritērijam (*DW*). Tas plaši izmantots 2. un 3. nodaļā;
- grafiskās analīzes metode; ļauj izmērīt novērtējuma kritēriju attiecību kopsakarības, izmantojot grafisko dizainu;
- satura analīze jeb kontentanalīze; kvantitatīvs informācijas avota formas un satura novērtējuma, apstrādes un interpretācijas veids;
- intervijas metode; tika izmantota ekspertu novērtēšanas metode, pāru salīdzinājumi, grupas lēmumu pieņemšana metode, vidējo aritmētisko rindas metode, vidējo ranga metode. Promocijas darbā plaši izmantoti dažādu organizāciju, piemēram, Pasaules Tirdzniecības organizācijas, Starptautiskā Valūtas fonda, publicētie analītiskie materiāli.

Pētījuma ierobežojumi

Saskaņā ar Apvienoto Nāciju Organizācijas Tirdzniecības un attīstības konferences (*UNCTAD*) klasifikāciju autors ir veicis analīzi par pasaules jūras kravu transportu attīstītajās valstīs: ASV, Izraēla, Japāna, Andora, ES 28, Norvēģija, Šveice, Austrālija, Jaunzēlande; jaunattīstības teritorijās: Āfrika, Āzija, Ķīna, Indija, Latīņamerika un Karību jūras reģions, Brazīlija; pārejas ekonomikas zemēs: bijušās PSRS republikas un Dienvidslāvija.

Pētījuma zinātniskie rezultāti

1. Konkurētspējas novērtēšanas metodes, kuras klasificēja autors, un esošās metodes ekonomikā ir sadalītas šādās grupās: matricas metodes; metodes, kuru pamatā ir preču vai pakalpojumu novērtēšanas procedūra; metodes, kas balstītas uz efektīvas konkurences teoriju; metodes, kuru pamatā ir integrēts novērtējums. Šī klasifikācija ļaus novērtēt uzņēmuma inovācijas aktivitātes ietekmi uz konkurētspēju.
2. Autors ir ierosinājis modeli inovācijas un nozares konkurētspējas faktoru novērtēšanai, pamatojoties uz izstrādātajiem inovācijas novērtēšanas principiem un konkurētspējas noteikšanas algoritmu, kas paredz šādus posmus: novērtējuma mērķa noteikšana; jomas (darbības veidu) identifikācija, ko ņem vērā analīzē; metodes un salīdzināšanas pamata izvēle; izmērāmo īpašību noteikšana; atlasīto īpašību novērtējums; vispārējā, integrētā konkurētspējas indikatora aprēķināšana; secinājumi par nozares konkurētspēju.
3. Konkurētspēju ietekmējošo galveno faktoru attiecību sistēmas modelis ir izstrādāts kognitīvās kartes formā, t.sk. konkurētspēja nozarē; inovācijas, kas tiek īstenotas nozares uzņēmumos; nozares uzņēmumu sadarbība saistībā ar inovāciju ieviešanu; nozares uzņēmumu ienākumi, tostarp ieņēmumi no inovācijām; konkurentu komercdarbība tirgos; inovāciju potenciāls kas ir radīts nozarē; nozaru uzņēmumu finanšu resursi, ko var izmantot inovācijām; valsts palīdzība un finansiāls atbalsts inovāciju ieviešanā; nozares uzņēmumu augsti kvalificētu un motivētu speciālistu komandas; uzņēmuma speciālistu komandās radošas gaisotnes veidošana, kas ir nepieciešama jaunu sarežģītu tehnoloģiju īstenošanai un zinātniskās pētniecības rezultātu ieviešanai; modernas tehnikas, tehnoloģiju, zinātnisko pētījumu ieviešana rūpniecības uzņēmumos; sociālpolitiskais noskaņojums sabiedrībā, kas saistīts ar

sarežģīto starptautisko situāciju un iekšējām problēmām valstī. Autors piedāvātais modelis ļaus pilnībā novērtēt inovāciju un konkurētspējas ietekmi konkrētā nozarē.

4. Ir veikta kuģu būves un kuģu remonta nozares salīdzinošā analīze pasaules ekonomikā un Eiropas Savienības valstīs, kā arī ir parādīta Latvijas vieta pasaules kuģu būves nozarē, un, izmantojot ekonometriskās metodes, ir novērtēta kuģu un laivu būves nozares ietekme Latvijas ekonomikā.
5. Ir novērtēti investīciju un inovāciju aktivitātes riski kuģu un laivu būves nozarē Latvijā. Pētījumā tiek izmantota sistēmiskā kognitīvā pieeja. Tas ir ļāvis konstatēt, ka *riskiem ir būtiska loma* inovatīvajos pārveides procesos, lai palielinātu uzņēmumu konkurētspēju. Riski var nelabvēlīgi ietekmēt inovāciju procesus, tādējādi samazinot konkurētspēju.
6. Autors ir identificējis galvenās kuģu un laivu būves problēmas Latvijā, pamatojoties uz ekspertīzi (12 ekspertu aptauja), kurā izmantotas šādas metodes: pāru salīdzinājumi, grupas lēmuma metode, vidējās aritmētiskās rindas metode un vidējo ranga metode. Pētījumā ir analizēti risku raksturlielumi, kas saistīti ar visiem inovācijas procesa posmiem nozares uzņēmumos, kā arī sniegts ekspertu risku novērtējums. Autors ir piedāvājis un analizējis kuģu būves nozares uzņēmumu četru ciklu inovācijas procesa paplašināto shēmu.
7. Autors ir piedāvājis inovāciju procesa nelineāro interaktīvo modeli kuģu un laivu būves nozarē Latvijā. Ņemot vērā nozares riskus, modelis ļaus attīstīt Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozari.

Darba praktiskā vērtība

Pētījuma praktiskā nozīme ir pasaules, ES valstu un Latvijas kuģu būves nozares salīdzinošā analīze. Kuģu būves un kuģu remonta nozares ietekmes analīze ļāva identificēt nozares problēmas, izmantojot ekspertu novērtējumu. Veiktajā aptaujā tika izmantotas ekonometriskās metodes. Iegūtie rezultāti ir īstenoti studiju kursā "Pasaules ekonomika" bakalaura un maģistra studiju programmas studentiem Baltijas Starptautiskajā akadēmijā. Doktora darbā atklājas arī Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozares ietekme valsts ekonomikā.

Promocijas darba ***galveno secinājumu un ieteikumu aprobācija*** galvenokārt veikta autora profesionālās darbības jomā – Liepājas kuģu būvētavā 2013.–2018. gadā. Visi galvenie pētījuma rezultāti tika prezentēti 8 starptautiskās zinātniskās konferencēs Latvijā un ārzemēs. Pētījuma rezultāti ir parādīti arī publikācijās 9 zinātnisko konferenču rakstu krājumos, 4 publikācijas ir iekļautas starptautiskajās datubāzēs *EBSCOhost*, *SCOPUS*, *IC*, *CEEOL*.

Pētījuma laika robežas

Promocijas darbā analizēti no 20. gadsimta otrās puses līdz 21. gadsimta sākumam radītie teorētiskie uzstādījumi. Empīrisko pētījumu dati ir vākti un apkopoti laikposmā no 2012. gada aprīļa līdz 2018. gada maijam.

Aizstāvēšanai izvirzītās tēzes

1. Galveno faktoru attiecību sistēmas kognitīvās kartes izstrādātais modelis ļauj pilnībā novērtēt inovāciju un konkurētspējas ietekmi konkrētā nozarē.
2. Kuģu un laivu būves attīstību Latvijā ietekmē jūras kravu transporta globālais tirgus. Risku identificēšana nozarē ļaus veiksmīgi attīstīt valsts kuģu būves un kuģu remonta nozari.
3. Autors piedāvātais impulsu procesu novērtējums atklāj negatīvos faktorus, kas ietekmē Latvijas kuģu būves un kuģu remontu nozari, un sniedz prognozes par tās attīstību.

Pētījums tiek īstenots, pamatojoties uz laikrindu datiem, sākot no 2013. gada līdz 2017. gada beigām. Aprēķinos izmantoti valstu statistikas dati, Apvienoto Nāciju Organizācijas Tirdzniecības un attīstības konferences dati periodā no 1980. līdz 2016.

gadam, Pasaules Tirdzniecības organizācijas (PTO) dati par laiku no 2000. līdz 2016. gadam.

Darba struktūru nosaka pētījuma mērķis, uzdevumi un loģika. Promocijas darbs ietver ievadu, trīs nodaļas, secinājumus un ieteikumus.

Ievads parāda pētījuma tēmas nozīmīgumu. Apzinātas un izvirzītas pētījuma hipotēzes, mērķi un uzdevumi, tā subjekts, objekts, zinātniskā novitāte un praktiskā nozīme, kā arī dots izpētītās literatūras un avotu apskats un pielietotās zinātniskās metodes.

1. nodaļā tiek aplūkoti inovāciju ieviešanas ekonomikā teorētiskie aspekti. Konkurences un konkurētspējas metožu novērtēšanas klasifikācija tiek veidota no inovāciju ieviešanas aspekta. Lai novērtētu nozares konkurētspēju, piedāvāti šādi principi: sarežģītība, relativitāte un sistēmiskums. Pamatojoties uz formulētajiem principiem, autors piedāvā modeli, lai novērtētu nozares inovāciju un konkurētspējas faktorus, un izstrādā metodoloģiju, lai novērtētu nozares konkurētspēju ietekmējošo galveno faktoru attiecības.

2. nodaļā autors analizē pasaules jūras kravu pārvadājumus. Ir identificētas jūras kravu pārvadājumu vadošās valstis; tiek pētīti kuģu būves nozares līderi gan pasaulē, gan ES valstīs, kā arī tiek pētīta jūras kravu transporta struktūra un pasaules kravu parku īpašnieki. Autors analizē arī pasaules ostu ekonomikas līderus un veic Latvijas, ES valstu un pasaules valstu jūras kravu parka analīzi. Īpaša uzmanība tiek pievērsta kuģu būves un kuģu remonta nozares attīstībai Latvijā. Analīze, kas veikta, izmantojot ekonometriskās metodes, parāda kuģu un laivu būves nozares ietekmi uz Latvijas ekonomiku kopumā.

3. nodaļā autors izstrādā un veic Latvijas kuģu un laivu būves konkurētspēju ietekmējošo faktoru sistēmas ilgtspējas novērtējumu, izstrādā inovācijas procesa interaktīvo modeli un izstrādā kuģu un laivu būves nozares konkurētspējas prognozes. Izmantojot ekonometriskos modeļus, autors veic nozares galveno problēmu ekspertu novērtējuma ekspertīzi, uz kuras pamata tiek formulēti ieteikumi.

Noslēgumā ir doti **secinājumi** un **priekšlikumi**

1. TEORĒTISKIE ASPEKTI INOVĀCIJU IEVIEŠANĀ EKONOMIKĀ

Nodrošināt stabilu ekonomisko izaugsmi nozīmē risināt daudzšķautņainu problēmu loku. Galvenie vērā ņemamie izaugsmes raksturlielumi ir šādi: stabila izaugsme vidējā termiņā un ilgtermiņā; izvairīšanās no lēmumiem ar īstermiņa ietekmi un sekām; inovatīvu projektu veicināšana; sociālās attīstības prioritātes. Inovatīviem projektiem jābūt vērīgiem arī uz darba ražīguma un kvalitātes paaugstināšanu, ekonomikas energoresursu intensitātes samazināšanu un efektīvu izmantošanu.

1.1. Inovāciju daba un ietekme uz konkurētspēju ekonomikā

Zinātnieks J. A. Šumpēters 20. gadsimta vidū uzskatīja, ka uzņēmumiem vajadzīgas inovācijas, lai atjauninātu ražošanu un pastiprinātu savu darbību.¹⁰ C. Nuurs, L. Gustavsons, S. Laestadius ierosināja šādu inovācijas jēdziena definīciju: tā ir jaunu ideju, procesu, produktu vai pakalpojumu izstrāde, pieņemšana un piemērošana¹¹.

Inovāciju saprot kā intelektuālo, zinātnisko un tehnisko vai citu darbību rezultātu noteiktā jomā, lai ar inovāciju ieviešanu panāktu efektīvas pārmaiņas šajā jomā. Inovāciju mērķis ir uzlabot uzņēmuma konkurētspēju, produktivitāti, preču un

¹⁰ Schumpeter J. Capitalism, Socialism and Democracy. Unwin Paperbacks. London, 1987.

¹¹ Nuur C., Gustavsson L., Laestadius S. Promoting regional innovation systems in a global context. Journal Industry and Innovation, Vol. 16, No. 1, 2009.

pakalpojumu kvalitāti, kā arī uzņēmuma peļņu. Šīs fundamentālās pārmaiņas, kas saistītas ar inovācijām, būtu jāveic gandrīz visās nozares uzņēmumu pozīcijās: lietotās iekārtas, tehnoloģijas, materiāli, cilvēkresursi, darba organizācija, vadība utt.

Pastāv diezgan daudz inovācijas termina definīciju, ko dažādi zinātnieki izvirzījuši dažādos laikos¹². Visu definīciju kopējā ideja ir tāda, ka inovāciju uzskata par procesu. Mūsdienu interpretācijā inovācijas saprot kā atjaunināšanas procesu, kas ir katra uzņēmuma panākumu pamatā¹³.

Citi autori uzskata inovācijas par uzņēmumu mainīšanas līdzekli, reakciju uz izmaiņām vidē vai ietekmi uz ārējo vidi^{14,15,16}. Tie var būt jauni produkti vai pakalpojumi, jauni tehnoloģiskie procesi, jauna uzņēmuma struktūra vai administratīvā sistēma.

Eiropas Komisijas inovācijas termina definīcija ir šāda¹⁷: *Veiksmīga jauna produkta ražošana, izmantošana un ekspluatācija ekonomikas vai sociālajā jomā*

Latvijas Ekonomikas ministrija piedāvā šādu definīciju¹⁸: *Inovācija ir process, kurā jaunas zinātniskās, tehniskās, sociālās, kultūras vai citas jomas idejas, izstrādes un tehnoloģijas tiek īstenotas tirgū pieprasītā un konkurētspējīgā produktā vai pakalpojumā.*

Pēc promocijas darba autora domām, Latvijai vispiemērotākā ir Ekonomikas ministrijas piedāvātā inovācijas definīcija.

Latvijā pēdējos gados ir pieaudzis pētījumu skaits, kas veltīts inovācijas procesiem un faktoriem, kuri to ietekmē. Piemēram, Svetlanas Jesiļevskas doktora disertācijā tika izvirzīts šāds mērķis: veikt inovācijas statistikas kvalitātes novērtēšanu Latvijā un izstrādāt priekšlikumus šo datu kvalitātes uzlabošanai¹⁹. Lai uzlabotu datu mērījumu kvalitāti, tika izvēlēta ekspertīzes metode. Savukārt autors novērtēja Latvijas inovācijas statistikas datu kvalitāti, izstrādājot un aprobējot interaktīvo metodi, lai samazinātu neraksturīgu datu ietekmi uz mērījumu rezultātiem. Autors izstrādāja praktiskus ieteikumus inovācijas statistikas vākšanas un apstrādes procesa uzlabošanai Latvijā.

Promocijas darbā S. Jesiļevska ierosināja izmantot ekspertīzes metodi, lai uzlabotu statistikas uzskaiti un analīzi kopumā par inovācijām Latvijā. Šajā pētījumā ekspertīzes metode tiek izmantota ražošanas procesu inovāciju analīzei un novērtēšanai, kas, pēc autora domām, tieši veicina inovāciju ieviešanu uzņēmumos un nodrošina kvalitatīvu inovācijas statistisko uzskaiti. Promocijas darbā Ilona Dubra piedāvā shēmu, kas atšķir tehnoloģiskos un netehnoloģiskos jauninājumus. Tehnoloģiskie jauninājumi ietver inovatīvus produktus un novatoriskus procesus. Inovatīvi produkti ir jauni vai uzlaboti produkti vai pakalpojumi. Novatoriski procesi ir jaunas vai uzlabotas ražošanas metodes.

Inovācija nozīmē šādus jaunumu jēdzienus²⁰:

¹² Svetlana Jesiļevska, "Inovāciju statistisko datu kvalitātes dimensiju novērtējums". Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 2017.

¹³ Ritzer G. The Globalization of Nothing. New York, 2004.

¹⁴ Астапов К. Стратегия развития в постиндустриальной экономике. «Мировая экономика и международные отношения». Журнал Российской АН, издательство «Наука», №2. Москва, 2006 (in Russian).

¹⁵ Тоффлер Э. Метаморфозы власти. Знание, богатство и сила на пороге XXI века. Москва, 2003 (in Russian).

¹⁶ Porter M. The Competitive Advantage of Nations. The Free Press. New York, 1990.

¹⁷ European Commission, „Innovation Management and the Knowledge – Driven Economy”. [Revised 2013.09.08]

¹⁸ LR Likums "Par Nacionālo inovāciju programmu 2003.-2006.gadam". [Revised 2009.08.12], <http://www.likumi.lv/doc.php?id=73699/...>

¹⁹ Svetlana Jesiļevska, "Inovāciju statistisko datu kvalitātes dimensiju novērtējums". Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 2017.

²⁰ Ilona Dubra, "Inovācijas Baltijas valstīs un to ietekmējošie faktori". Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 2014.

- Inovācija ir kaut kas jauns uzņēmumam – citi uzņēmumi to jau ir ieviesuši, bet konkrētam uzņēmumam tas ir jaunums.
- Jauninājums ir kaut kas nebijis tirgū – uzņēmums ir pirmais, kas ievieša jauninājumu tirgū.
- Inovācija ir kaut kas jauns visai pasaulei – uzņēmums ir pirmais, kas pasaulē radīja šo inovāciju un iepazīstināja ar to nozari.

Promocijas darbā I. Dubra pētīja inovācijas uzņēmuma līmenī un veica padziļinātu zinātnisko koncepciju un teorētisko pētījumu analīzi saistībā ar inovācijām šajā jomā. Inovatīvie procesi tika analizēti, izmantojot "ievades" un "izlaides" rādītājus.

Inovācijas procesi tikuši analizēti, izmantojot dažādus modeļus^{21,22,23}. Apsvērtas arī jaunas tendences inovāciju teorijas attīstībā, piemēram, atvērto inovāciju paradigma, kas definēta kā iekšēju un ārēju ideju apvienojums, kā uzlabot ražošanas tehnoloģijas uzņēmumā²⁴.

Klasiskā "slēgtā inovācijas" paradigma nozīmē inovatīvus procesus tikai paša uzņēmuma robežās. Modernās inovatīvās attīstības tendences ietver vairāku uzņēmumu savstarpēju sadarbību labāku inovāciju radīšanas jautājumos²⁵.

Veiksmīgai inovāciju ieviešanai uzņēmumiem jāsadarbojas ar ārējām organizācijām – lai iegūtu īpašas zināšanas no universitātēm, pētniecības centriem un citiem nozares pārstāvjiem²⁶. Ir ļoti svarīgi piesaistīt pētniecības organizāciju pārstāvjus, kas specializējušies konkrētā jomā, lai piedalītos inovācijās²⁷. Ir nepieciešams organizēt zināšanu plūsmu akadēmiskajā vidē, pētniecības centros un nozares pārstāvjiem – uzņēmumiem, kas īsteno inovācijas²⁸.

Sadarbība inovāciju jomā starp uzņēmumiem, zinātniskās pētniecības centriem un universitātēm rada priekšnoteikumus inovācijām.²⁹ Tas palīdz atrisināt īpašas problēmas, kas radušās, ieviešot inovācijas. Ir izstrādāti dažādi inovācijas procesu dalībnieku mijiedarbības modeļi, piemēram, modelis, kas šajā jomā apvieno valsts, uzņēmumu un nozares tīklu centienus.³⁰

Piedāvātais tā sauktais trīskāršās spirāles (*Triple Helix*) modelis³¹ parāda pārvaldības lomu universitāšu, nozares un valdības attiecībās. Starptautiskās organizācijas, piemēram, ANO, Pasaules Banka, Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija / ESAO un ES, atbalsta ekonomisko sadarbību, kuras pamatā ir trīskāršās spirāles modelis.

²¹ Slama A., Spitzley A. An approach for measuring and assessing the innovation capability of manufacturing firms. Fraunhofer Institute Center IAO, 2008.

²² Cooper R.G., Kleinschmidt E.J. An investigation into the new product process: steps, deficiencies and impact, Journal of Product Innovation Management, Vol. 3, No. 2, 1996.

²³ Gopalakrishnan S., Damanpour F. A review of innovation research in economics, sociology and technology management, Omega. The International Journal of Management Science, Vol. 25, No. 1, 1997.

²⁴ Romer P. Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy, № 5, 1990.

²⁵ Структура национального богатства. Журнал «Вопросы экономики», Российская АН, №2, Москва, 1999 (in Russian).

²⁶ Agrawal A. University-to-industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions. International Journal of Management Reviews, Vol. 3, No. 4, 2011.

²⁷ Brennenraedts R., Bekkers R., Verspagen B. The Different Channels of University- Industry Knowledge Transfer: Empirical Evidence from Biomedical Engineering. Eindhoven Centre for Innovation Studies, 2006.

²⁸ Hofer F. Knowledge transfer between academia and industry, in Schwartz, D.G. (Ed.). Encyclopedia of Knowledge Management, Idea Group Publishing, Hershey, PA, 2005.

²⁹ Dubra I. Key Factors Affecting Development of the Enterprise Innovation Capacity. Current Issues in Economic and Management Sciences Conference Proceedings. ISBN 978-9984-45-417-7, Riga: University of Latvia, 2011.

³⁰ Johnson W.H.A., Johnston D.A. Aligning technical and business goals in industry-university collaborative R&D projects: a tale of two projects. Engineering Management Journal, Vol. 13, No. 1, 2001.

³¹ Etzkowitz H., Leydesdorff L. The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. Journal Research Policy, Vol. 29, 2000.

Mūsdienu tendences pasaules ekonomikas, finanšu un informācijas telpu attīstībā rada jaunas problēmas, kas saistītas ar metožu veidošanu un attīstību un reģionālo ekonomikas sistēmu vadību.

Novatoriskus procesus ietekmē daudzi dažādi faktori: investīcijas, informācijas un komunikācijas tehnoloģijas, pārdošanas tirgu izpēte, jaunas tehnoloģijas, iekārtas utt.³² Orientēšanās uz jauna veida produktu tirgu prasībām ir ļoti svarīgs faktors.³³ Jāuzsver, ka uzņēmumu orientācijai uz tirgu prasībām un reaģēšanai laikus uz to izmaiņām vajadzētu būt inovācijas procesu pamatā; tomēr katrai konkrētai nozarei ir sava inovāciju stratēģija.³⁴

Tika publicēti rezultāti 2010. gadā veiktai aptaujai, kura iekļauj vairāk nekā 300 novatorisku uzņēmumu Slovēnijā 2005–2007. gada periodā.³⁵ Šī pētījuma autors piedāvāja tirgus orientācijas ietekmes konceptuālo modeli un aktīvu reakciju uz uzņēmumu tirgus izmaiņām uzņēmuma novatoriskai attīstībai. Ir svarīgi vākt un analizēt informāciju par iespējamām produktu patērētāju problēmām, lai nodrošinātu uzņēmumu ātru reaģēšanu uz problēmām un situāciju tirgos.

Konkurentu aktivitāšu analīzei, zināšanām par to produktiem un stratēģijām ir stratēģiski svarīga loma uzņēmumu stāvokļa stiprināšanā tirgos.³⁶ Bez šādas iepriekšējas analīzes uzņēmumu vadītāji nevar pieņemt pareizus lēmumus. Abas šīs analīzes un patērētāju vajadzību un vēlmju izpēte ietver trīs aspektus: informācijas iegūšanu, tās interpretāciju un integrāciju. Apstrādāto informāciju integrē inovācijās. Mārketinga un pētījumu cieša integrācija ir ļoti svarīga, kas ļauj uzņēmumam efektīvi izmantot savas tehnoloģiskās iespējas.

Veicot inovatīvas pārmaiņas uzņēmumos un ieviešot modernas augstās tehnoloģijas, rodas daudzas problēmas, piemēram, finanšu problēmu risināšana, nepieciešamo speciālistu trūkums, vides problēmu risināšana u.c. Kā liecina pašreizējie pētījumi, inovāciju ieviešanas procesā pastāv dažādi riski, kas var palēnināt inovācijas procesus un pat novest pie pilnīgas inovāciju apstāšanās, radot ievērojamus finansiālus zaudējumus.³⁷ Promocijas darbs ir veltīts reģionālās ekonomikas novatoriskās attīstības problēmu noteikšanai un konkrētu nozaru piemēru atrašanai.

Katra uzņēmuma portfelis ir veidojams, ņemot vērā konkrētas nozares iezīmes, inovatīvās darbības procesā radušās tirgus prasības, riskus un citus specifiskus ražošanas faktorus. Analizējot inovāciju ieviešanas iespējamību un inovāciju ieviešanu, ārkārtīgi svarīgs ir jauno produktu pārdošanas faktors.

Mūsdienu pasaules ekonomikā zinātnisko sasniegumu dotās tehnoloģiskās inovācijas ir galvenais konkurences instruments, no kura ir atkarīga valstu ekonomiskās varas dinamika. Dabas bagātību izsmelšana un lētu cilvēkresursu attīstība nav daudzsoļīga un ilgtspējīga. Zināšanās balstīta ekonomika jeb zināšanu ekonomika atšķir attīstītās valstis no mazāk attīstītām valstīm.

³²Ekonomikas ministrija: „Inovācija. Buklets.” [Revised 2013.06.04], [/http://www.em.gov.lv/images/modules/items/Buklets_Inovacija.pdf](http://www.em.gov.lv/images/modules/items/Buklets_Inovacija.pdf) /

³³ Mavondo F., Farrell M. Cultural orientation: its relationship with market orientation, innovation and organizational performance. *Journal Management Decision*, Vol. 41, No. 3, 2003.

³⁴ Narver J.C., Slater S.F., MacLachlan D.L. Responsive and proactive market orientation and new product success. *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 21, No. 5, 2014.

³⁵ Bodlaj M. The impact of a responsive and proactive market orientation on innovation and business performance. *Economic and Business Review*, Vol. 12, No.4, 2010.

³⁶ Li R., Lin J., Chu P. The nature of market orientation and the ambidexterity of innovations. *Journal Management Decision*, Vol. 46, No. 7, 2008.

³⁷ Aliev B., Kochetkov Yu. Risks in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. *VADYBA, Journal of Management*, vol.28, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2016, p. 913. ISSN 1648-7974.

Kopumā ir atzīts, ka pastāv divi valstu ekonomiskās attīstības veidi. Augsto tehnoloģiju ceļš uz konkurētspēju ir veids, kā paātrināt jaunu pasaules zināšanu un tehnoloģiju asimilāciju, īstenojot pētniecību un attīstību un attīstīt novatorisku ražošanu. Tomēr zemo tehnoloģiju ceļš uz konkurētspēju ir visizplatītākais jaunattīstības reģionos, galvenokārt piesaistot ārvalstu investorus un nodrošinot viņiem lētākus darba un dabas resursus.³⁸

Visām valstīm, kas attīstās, parasti ir *trīs attīstības stadijas*, kas atšķiras no konkurences veidiem.³⁹ Faktoru ekonomikas attīstības *pirmajā stadijā* uzvara konkurences cīņā galvenokārt ir atkarīga no ražošanas izmaksām – dabas un cilvēku resursu vērtības. Investīciju virzītas ekonomikas attīstības *otrajā stadijā* konkurence balstās uz ražošanas tehniskās efektivitātes palielināšanu. Inovāciju virzītas ekonomikas *trešajā attīstības stadijā* ir ļoti svarīgi radīt jaunus produktus un pakalpojumus ar pietiekami augstu cenu. Preču augsta patēriņa un tirgus vērtība tiek radīta, izmantojot tehnoloģiskus jauninājumus, augstvērtīgu mārketingu un reklāmas kampaņas. Šis konkurences veids ir pieejams tikai augsti attīstītām zināšanu ekonomikām.

1.2. Uzņēmumu konkurētspējas novērtēšanas metodes un principi

Savos pētījumos M. Porters pierādīja, ka jebkuras valsts konkurences priekšrocības pamatojas uz augsto tehnoloģiju produktu ražošanas faktoriem, nevis uz preču eksportu un lētu darbaspēku. Augsto tehnoloģiju nozaru attīstība palielina pievienoto vērtību, iedzīvotāju ieņēmumus un galu galā arī valsts IKP.

Lai efektīvi veicinātu inovāciju nozarē, ir nepieciešams arī definēt konkurences jēdzienu. Tādējādi konkurētspēja ir ekonomiskās sistēmas aktīvais stāvoklis; notiek konkurences priekšrocību veidošanās process. Šis process ir pamats sabiedrības pakāpeniskai attīstībai kopumā. Šāds koncepts pārstāv sistēmisku konkurētspēju. Tās pamatnoteikumi ir veidot attiecību sistēmu sabiedrībā, kas atbalsta un koncentrē kolektīvos nacionālos centienus uz atsevišķu uzņēmumu, klasteru un reģionālo ekonomikas sistēmu attīstību.

Valsts konkurētspējīgas attīstības stratēģijai jāklūst par valsts, ekonomisko vienību un valsts iestāžu darbības koordinētu programmu, kuras pamatā ir sabiedrības dialogs. Konkurētspēja ir sistēmiska, kad tās galvenos faktorus var saprast tikai tad, ja pastāv dažādu sociālekonomiskās sistēmas līmeņu elementu savstarpējās saiknes. Šis tautsaimniecības sistēmiskās konkurētspējas modelis ietver četrus līmeņus. Visiem četriem līmeņiem ir sava ietekme uz konkurētspēju.

1. **Mikrolīmenis.** Ilgtspējīgas ekonomiskās attīstības iekšējie un starpuzņēmumu nosacījumi: vadības kvalitāte; novatoriska vadība; ražošanas vadība; attīstības stratēģijas; integrācija tehnoloģiskajos tīklos; loģistika; integrācija ar piegādātājiem un patērētājiem.
2. **Makrolīmenis.** Stabili makroekonomiskie, politiskie un juridiskie apstākļi. Politika: budžeta, monetārā, nodokļu, valūtas, tirdzniecības.
3. **Mezolīmenis.** Konkrētu ekonomikas nozaru konkurētspējas paaugstināšana: infrastruktūra; tehnoloģijas; izglītība; ārvalstu ekonomika; reģionāla; ekoloģiska.
4. **Metalīmenis.** Politiskās un ekonomiskās organizācijas formas, kuru mērķis ir ilgtspējīga attīstība: sociālkultūras faktori; morālās vērtības; politisko, juridisko un ekonomisko organizāciju mijiedarbība (PTO, SVF utt.).

Nacionālās ekonomiskās sistēmas konkurētspējas palielināšanai nepieciešamas ne tikai makroekonomiskās reformas, bet arī dziļas pārmaiņas sabiedrībā. Valstij, cik vien iespējams,

³⁸ Trade and Development Report. UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development. New York, Geneva, 2003.

³⁹ Porter M. The Competitive Advantage of Nations. The Free Press. New York, 1990.

jāizvairās no draudiem, ka politiskais noskaņojums ietekmētu ekonomiskos faktorus. Mikrolīmenī uzņēmumi jāreorganizē atbilstoši organizatoriskajiem, sociālajiem un tehniskajiem jauninājumiem. Pašlaik pasaules ekonomikā konkurē nevis individuāli uzņēmumi, bet gan uzņēmumu grupas, nozaru klasteri. Ir nepieciešams strukturēt mezolīmeni.

Reģionālās ekonomikas attīstība ir svarīgs faktors. Tādējādi konkurētspējas veidošanās reģionālā līmenī ir daudzšķautņains dinamisks process konkurences cīņas priekšrocību veidošanā. Reālo ekonomisko sektoru ražošanas nozares pozīcijas ir aiz jebkuras valsts pozīcijas pasaules ekonomikā, proti valsts ir priekšplānā. Kopumā, lai pieņemtu lēmumu par inovācijām, ir nepieciešams novērtēt uzņēmuma konkurētspēju kopumā. Konkurētspēja ir sarežģīts lielums, un to var izpaust ar rādītāju kopumu. Lai noteiktu ekonomiskās vienības pozīciju vietējā un ārējā tirgū, ir nepieciešams novērtēt tās konkurētspēju.⁴⁰

Mūsdienu zinātnē konkurences noteikšanai ir sešas pamatpieejas.⁴¹

Saskaņā ar pirmo pieeju konkurētspēja tiek skatīta no priekšrocību viedokļa salīdzinājumā ar konkurentiem.

Otra pieeja balstās uz A. Māršala teoriju par līdzsvaru. Ražotājam nav iemesla doties uz citu valsti, un viņš gūst maksimālu peļņu un pārdošanu.

Trešā pieeja nozīmē produkta kvalitātes konkurētspējas novērtēšanu, balstoties uz daudzstūru profilu apkopošanu dažādām kompetences īpašībām.

Ceturrtā pieeja ir matricas metodoloģija konkurētspējas novērtēšanai, kas ir īstenota, veidojot matricu kompilāciju un iepriekš izvēloties stratēģiju.

Piektā pieeja ir strukturāla, saskaņā ar kuru uzņēmuma pozīciju var novērtēt, izmantojot tādus rādītājus kā nozares monopolizācija, tirgū esošo jaunizveidoto barjeru esamība.

Seštā pieeja ir funkcionāla, tās pārstāvji nosaka saistību starp izmaksām un cenu, ražošanas jaudas izmantošanas apjomu, produkcijas apjomu un citus rādītājus.

Saskaņā ar šo pieeju, uzņēmumi, kuros ir labāk izveidota preču ražošana un pārdošana, kā arī finanšu resursu pārvaldība ir efektīvāka, tiek uzskatīti par konkurētspējīgiem. Piemēram, šī pieeja tiek piemērota labi pazīstamajam ASV konsultāciju uzņēmumam *Dun & Bradstreet*.

Pirmā grupa ir rādītāji, kas raksturo uzņēmuma ražošanas un tirdzniecības darbības efektivitāti. Starp tiem var izdalīt tīrās peļņas attiecību pret materiālo aktīvu

tīro vērtību, tīro peļņu un neto apgrozījumu, kā arī neto peļņas attiecību pret neto apgrozāmo kapitālu.

Otrā rādītāju grupa atspoguļo fiksētā un apgrozāmā kapitāla izmantošanas intensitātes rādītājus. Šo grupu pārstāv: neto pārdošanas attiecība pret neto apgrozāmo kapitālu, materiālo aktīvu neto pārdošanas attiecība pret neto vērtībām, pamatkapitāla un pamatlīdzekļu vērtības attiecība, neto pārdošanas attiecība pret krājumu vērtību un krājumu attiecība pret neto apgrozāmo kapitālu.

Galīgo rādītāju grupu raksturo finanšu rādītāji. Tie ir tādi rādītāji kā pašreizējā parāda attiecība pret materiālo aktīvu vērtību, pašreizējā parāda attiecība pret krājumu vērtību, apgrozāmā kapitāla attiecība pret pašreizējo parādu, ilgtermiņa saistību attiecība pret neto apgrozāmo kapitālu. Tomēr, kā parādīts teorētiskajā pētījumā, neviena no rādītāju grupām neatspoguļo un nevērtē investīciju indeksu inovatīvā produkta izveidē, jo mūsdienu apstākļos galvenais konkurētspējas faktors ir ieguldījums novatoriskajos produktos ar riska līmeņa novērtējumu.

⁴⁰ Грязнова А.Г., Юданов А.Ю. Микроэкономика. Практический подход. – М.: КноРус., 2011 (in Russian).

⁴¹ Narver J.C., Slater S.F., MacLachlan D.L. Responsive and proactive market orientation and new product success. *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 21, No. 5, 2014.

Vladimira Šatreviča doktora disertācija ir veltīta uzņēmumu ilgtspējīgu konkurētspējas priekšrocību veidošanai preču tirgū, kā arī stratēģiskās plānošanas un vadības procesa uzlabošanai.⁴² Autors pētīja industrializācijas ietekmi uz uzņēmumu attīstību, intelektuālā kapitāla lomu konkurences priekšrocību radīšanā mūsdienās, analizēja postindustriālās sabiedrības īpašības un organizācijas attīstības teoriju. Konkurences priekšrocību konceptuālais kvantitatīvais modelis tika izstrādāts, pamatojoties uz uzņēmuma parametru novērtējumu. Lai panāktu ilgtspējīgu attīstību, uzņēmumiem ir nepieciešams optimizēt stratēģisko plānošanu un prasmīgi izmantot intelektuālo kapitālu.

Šī pētījuma autors piekrīt V. Šatreviča secinājumiem par stratēģiskās plānošanas nozīmi mūsdienu apstākļos, lai uzņēmums varētu sasniegt konkurences priekšrocības.

Tādējādi līdz šim ir izstrādātas daudzas metodes, lai novērtētu uzņēmumu konkurētspēju, un tās var klasificēt šādi, kā parādīts 1.1. tabulā.⁴³

1.1. tabula. Uzņēmumu konkurētspējas novērtēšanas metožu analīze (izstrādājis autors)

Metode	Metodes autors	Metodoloģijas priekšrocības un trūkumi
1. Matricas metode: 1.1. BCG matrica ⁴⁴ 1.2. Makkinsija matrica ⁴⁵ 1.3. Portera matrica ⁴⁶ 1.4. Šendela un Hofera modelis ⁴⁷ 1.5. Matrica “produkta dzīves cikla stadija/konkurētspēja” ⁴⁸ 1.6. Ansofa matrica (produktu tirgus matrica) ⁴⁹	Brūss Dulins Hendersons Makkinsijs M. Porters Dans Šendels, Čārlzs Hofers Teodors Levits Igoris Ansofs	«+» Nodrošina augstu aplēses atbilstību; «-» – neatspoguļo situācijas cēloņus; – ir nepieciešama mārketinga informācija; – neatspoguļo uzņēmuma finanses (investīcijas inovācijā).
2. Metodes, kuru pamatā ir preču vai pakalpojumu novērtēšana	Galvenā metožu ideja: preču un uzņēmuma konkurētspēja ir lineāri atkarīga	«+» Metode ir balstīta uz produkta konkurētspējas novērtējumu.

⁴² Vladimirs Šatrevičs, “Stratēģiskās piemērotības novērtēšana ražošanas uzņēmumu attīstības uzlabošanai”. Promocijas darbs. Rīgas Tehniskā universitāte, Rīga, 2016.

⁴³ Лазаренко А. А. Методы оценки конкурентоспособности [Текст] / А. А. Лазаренко // Молодой ученый. – 2014. – №1. – С. 374–377. (In Russian).

⁴⁴ Henderson, Bruce. “The Product Portfolio” Retrieved 4 February 2013.

⁴⁵ McKinsey & Company (2008). Enduring Ideas: The GE–McKinsey nine-box matrix. Available at: http://www.mckinsey.com/insights/strategy/enduring_ideas_the_ge_and_mckinsey_nine-box_matrix

⁴⁶ Michael E. Porter. «The Five Competitive Forces that Shape Strategy», Harvard Business Review, January, 2008, p.86.

⁴⁷ Dan Schendel Charles Hofer, Strategy Formulation: Analytical Concepts (The West Series in Business Policy and Planning).

⁴⁸ Alain Bernard, Serge Tichkiewitch. Methods and Tools for Effective Knowledge Life-Cycle-Management (2008).

⁴⁹ Ansoff, I.: Strategies for Diversification, Harvard Business Review, Vol. 35 Issue 5, Sep-Oct 1957, pp. 113–124.

Uzņēmuma konkurētspējas novērtēšanas rādītāji pēc Žana-Žaka Lambina ⁵⁰	Žans-Žaks Lambins	«-» Novērtējot produktu/pakalpojumu, netiek ņemti vērā ārējie faktori, ieguldījumi inovācijās, lai novērtētu ilgtermiņa prognozēšanu.
3. Metodes, kas balstītas uz efektīvas konkurences teoriju: 3.1. Efektīva konkurence 3.2. B. Bassa organizatoriskās efektivitātes teorija 3.3. Makgregora teorija X un teorija Y ⁵¹	J. Schumpēters ⁵² , F. Haijeks ⁵³ Bernards Bass ⁵⁴ Makgregors	«+» Ir ņemti vērā uzņēmuma darbību dažādi elementi «-» Metodes ir balstītas uz ideju par iespēju pievienot vairākus faktorus, lai novērtētu uzņēmuma konkurētspēju. Šie koeficienti ir subjektīvi pēc būtības. Ir grūti pievienot pozīcijas tirgū, inovāciju apjomu un darbaspēka kvalitāti.
4. Metodes, kuru pamatā ir integrēta pieeja novērtēšanai.	Gordons Foksals, Ronalds E. Goldšmits, Stefans Brauns ⁵⁵ , V.A. Abšuks ⁵⁶	«+» Ņem vērā ne tikai sasniegto uzņēmuma konkurētspējas līmeni, bet arī iespējamo dinamiku nākotnē. «-» Konkrētās metodes, kurus izmanto lai noteiktu pašreizējo un potenciālo konkurētspēju, reproducē metodes, kas ir izmantotas iepriekš aprakstītajās pieejās, un tas rada attiecīgo pieeju trūkumus.

⁵⁰ Jean-Jacques Lambin 6 Strategic marketing. New York, McGrawHill.

⁵¹ McGregor, D. (1960). *The Human Side of Enterprise*, New York, McGrawHill.

⁵² Шумпетер Й. Часть вторая. Может ли капитализм выжить? Пролог // Капитализм, социализм и демократия / Предисл. и общ. ред. В.С. Автономова. М.: Экономика, 1995. – 540 с. (in Russian).

⁵³ Хайек Ф. А. 2. Пролог. Экономическая теория 1920-х годов: взгляд из Вены // Судьбы либерализма в XX веке – М.: ИРИСЭН, 2009. – 337 с. (in Russian).

⁵⁴ Bass, B. M., & Riggio, R. E. *Transformational Leadership* (Second ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. (2006).

⁵⁵ Gordon Foxall, Ronald E. Goldsmith, Stephen Brown, *Consumer Psychology for Marketing*. Paperback – 1998.

⁵⁶ В.А. Абчук, Менеджмент, С-Пб, 2008 (in Russian).

Tālāk autors pašā apkopotās konkurences novērtēšanas metodes (1.1. tabula) raksturo detālāk. Matricas novērtēšanas metodes (Nr. 1) ir pietiekami vienkāršas un sniedz vizuālu informāciju. Turklāt tās balstās uz konkurences attīstības procesa apsvērumiem un, ja ir pieejama patiesa informācija, tie ļauj veikt konkurences apstākļu pietiekami kvalitatīvu analīzi.

Metodes, kuru pamatā ir produktu konkurētspējas novērtēšana (Nr. 2), ir saistītas ar efektīva patēriņa jēdzienu, uzņēmuma konkurētspēju un produkta konkurētspēju. Tiek uzskatīts – jo augstāka ir produkta kvalitāte un mazākās tās izmaksas, jo konkurētspēja ir lielāka. Starp šo metožu pozitīvām īpašībām var izdalīt: novērtējuma vienkāršību un redzamību. Vienlaikus tās nesniedz pilnīgu priekšstatu par uzņēmuma darbības stiprām un vājām pusēm.

Metodes kas balstās uz efektīvas konkurences teoriju (Nr. 3) – saskaņā ar to viskonkurētspējīgākie uzņēmumi ir tie, kuros visu struktūrvienību un dienestu darbība ir labi organizēta. Jebkādas šādas struktūras efektivitātes novērtējums nozīmē to, ka tiek vērtēta resursu izmantošanas efektivitāte. Šī novērtēšanas pieeja parasti tiek izmantota rūpniecisko uzņēmumu novērtēšanā un ietver visas svarīgākās ekonomiskās darbības aplēses, izņemot specifisku rādītāju dublēšanos, un tas ļauj ātri un precīzi formulēt vispārēju priekšstatu par uzņēmuma konkurētspēju iekšzemes un ārvalstu tirgos.

Grupā Nr. 4. ietilpst integrētā pieeja uzņēmuma konkurētspējas novērtēšanai. Integrētā novērtēšanas metode ietver divas sastāvdaļas: pirmkārt, kritēriju, kas raksturo patērētāju vajadzību apmierināšanas pakāpi, un, otrkārt, ražošanas efektivitātes kritēriju. Šīs metodes pozitīva iezīme ir aprēķinu vienkāršība un iespēja nepārprotami interpretēt rezultātus. Vienlaikus būtisks trūkums ir nepilnīgs uzņēmuma darbības apraksts.

Galvenais, ka uzņēmumu konkurētspēja ir integrāls rādītājs attiecībā uz pašreizējo konkurētspēju un konkurētspējas potenciālu

Pašreizējā un potenciālā konkurētspēja un to attiecība uzņēmuma konkurētspējas integrālajā indeksā var atšķirties atkarībā no metodes. Tādējādi, vairākos gadījumos pašreizējo (reālo) konkurētspēju nosaka, pamatojoties uz uzņēmuma produkcijas konkurētspējas novērtējumu un potenciālo konkurētspēju – pēc analogijas ar metodēm, kas balstītas uz efektīvas konkurences teoriju.

Veicot līdz šim izstrādāto uzņēmuma konkurētspējas līmeņa novērtēšanas metožu analīzi, var secināt, ka nav ideālas un visaptverošas uzņēmuma konkurētspējas novērtēšanas metodes. Konstatētie pašreizējo pieeju trūkumi uzņēmumu konkurētspējas novērtēšanā rada ļoti ierobežotas iespējas to praktiskā lietošanā. Ņemot vērā šī pētījuma tēmu, jāuzsver, ka neviena no metodēm atsevišķi nesniedz iespēju integrēt konkurētspēju un inovācijas novērtējumu.

Lai izstrādātu visaptverošu metodoloģiju inovāciju un konkurētspējas novērtēšanai, ir nepieciešams noteikt principus uzņēmuma konkurētspējas novērtēšanai.

Saskaņā ar V.A. Bolodurinu⁵⁷ uzņēmuma konkurētspējas novērtēšanas principi ir līdzīgi preču konkurētspējas novērtēšanas principiem: sarežģītība un relativitāte. Kā zināms, *sarežģītības* jēdziens cēlies no latīņu *complexus* – salikts, tāds, kas ietver, apvieno. Tādējādi novērtēšanas sarežģītība nozīmē nepieciešamību analizēt kritēriju kopumu (kompleksu). Ir jāveic sākotnējo esošo metožu analīze kopumā, ko ir veicis promocijas darba autors, un tas ļauj novērtēt uzņēmuma (nozares) konkurētspēju. Nākamais princips ir relativitātes princips. Relativitātes jēdziens nozīmē vērtējuma salīdzinošo raksturu, salīdzinājumu ar konkurentiem. Konkurētspējas novērtēšanas metožu strukturēšana nav iespējama bez uzņēmuma salīdzināšanas ar citiem nozares uzņēmumiem, proti, nepieciešama salīdzinošā analīze, kas

⁵⁷ Болодурина В.А. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ международный научно-исследовательский журнал, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2015.42.056> Опубликовано в 2015, Выпуск Декабрь 2015 (in Russian).

novērtē gan preces, gan citus uzņēmuma rādītājus. Tādējādi, lai pilnībā novērtētu uzņēmumu, ir nepieciešams relativitātes princips.

Pēc šī pētījuma autora domām, nozares novērtējumā līdzās sistemātiskuma principam (piemēram, nozares novērtējuma rezultāti dažādos laika intervālos un dažādu apstākļu dēļ var būt atšķirīgi, vai arī – daudzpakāpju process, kas ticis atzīts par visātrāko un labāko veidu, kā kaut ko paveikt, tiek atkārtots atkal un atkal⁵⁸), jāizmanto sistēmiskuma princips. Sistemātiskuma, sistēmiskuma jēdziens cēlies no latīņu *systema*, kas nozīmē noteiktu kārtību vai sistēmu.

Sistēmiskums kā kibernetiskas kārtības jēdziens paredz pētīt, analizēt objektu kā vienotu veselumu, vienotu sistēmu, kas ietver komponentus, kuri atrodas noteiktā mijiedarbībā; kā objektu, kas ir daļa no citas, augstākas pakāpes sistēmas (metasistēma), kurā tas mijiedarbojas ar citām apakšsistēmām. Sistēmiskumu nosaka kopēja attīstības mērķa orientācija, mērķu proporcionalitāte, tās elementi un nepieciešamība tos saskaņot. *Sistēmiskums* ir daudz ietilpīgāka koncepcija nekā *sarežģītība*, un tāpēc pēdējo var uzskatīt par svarīgu sistēmanalīzes sastāvdaļu. Ekonomikas analīzes sistēmiskuma un sarežģītības metodoloģiskā vienotība izpaužas politisko un ekonomisko, ekonomisko un sociālo, sociāliekonomisko un ekoloģisko pieeju vienotībā; veseluma un tā daļu vienotībā; izstrādājot vienotu, universālu rādītāju sistēmu un izmantojot visa veida ekonomisko informāciju.

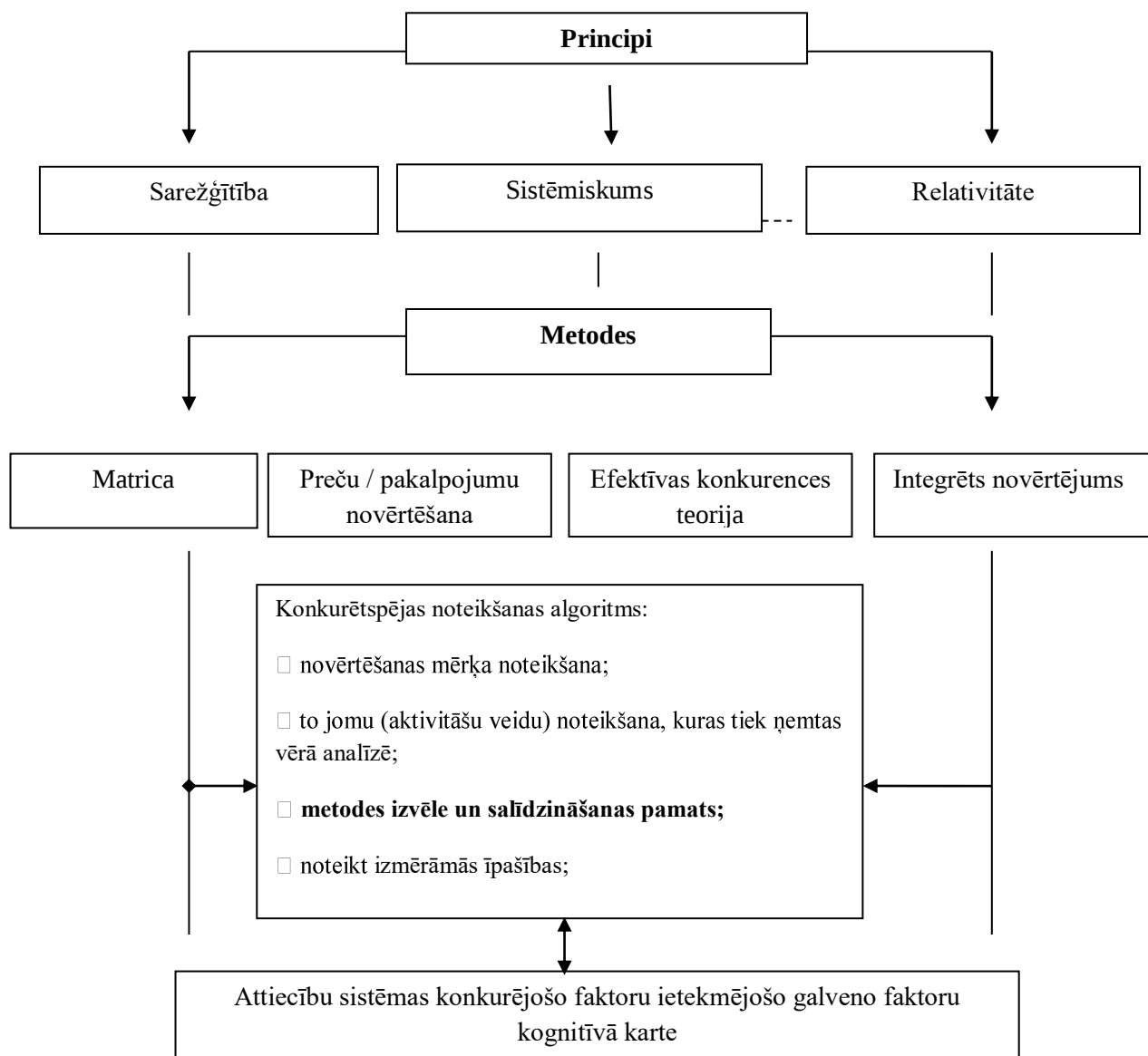
Balstoties uz veikto konkurētspējas novērtēšanas metožu teorētisko analīzi (1.1. tabula), autors piedāvā algoritmu uzņēmuma konkurētspējas novērtēšanai. Konkurences noteikšanas algoritms paredz:

- novērtēšanas mērķa noteikšanu;
- to jomu (aktivitāšu veidu) noteikšanu, kuras tiek ņemtas vērā analīzē;
- *metodes izvēli un salīdzināšanas pamatu*;
- noteikt izmērāmās īpašības;
- izraudzīto īpašību novērtējumu;
- vispārinātus, integrētus konkurētspējas rādītājus;
- secinājumus par konkurētspēju.

Nemot vērā veikto pētījumu par inovāciju un produktu konkurētspējas novērtēšanas metodēm, autors piedāvā modeli, lai novērtētu nozares konkurētspēju ietekmējošo galveno faktoru savstarpējo saistību (1.1. attēls).

Kā redzams no iepriekš minētā modeļa, lai novērtētu konkurētspējas faktorus, ir jāievēro sistēmiskuma, sarežģītības un relativitātes principi. Konkurences novērtēšanas metožu izvēlē autors ierosina novērtēt katras metodes kvalitatīvo līmeni.

⁵⁸ The Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus, Cambridge University Press, 2008.



1.1.attēls. **Rūpniecības inovācijas un konkurētspējas faktoru novērtēšanas modelis.** *Avots: autora izstrādāts.*

1.3. Rūpniecības konkurētspēju ietekmējošo galveno faktoru attiecību novērtēšanas metodoloģija

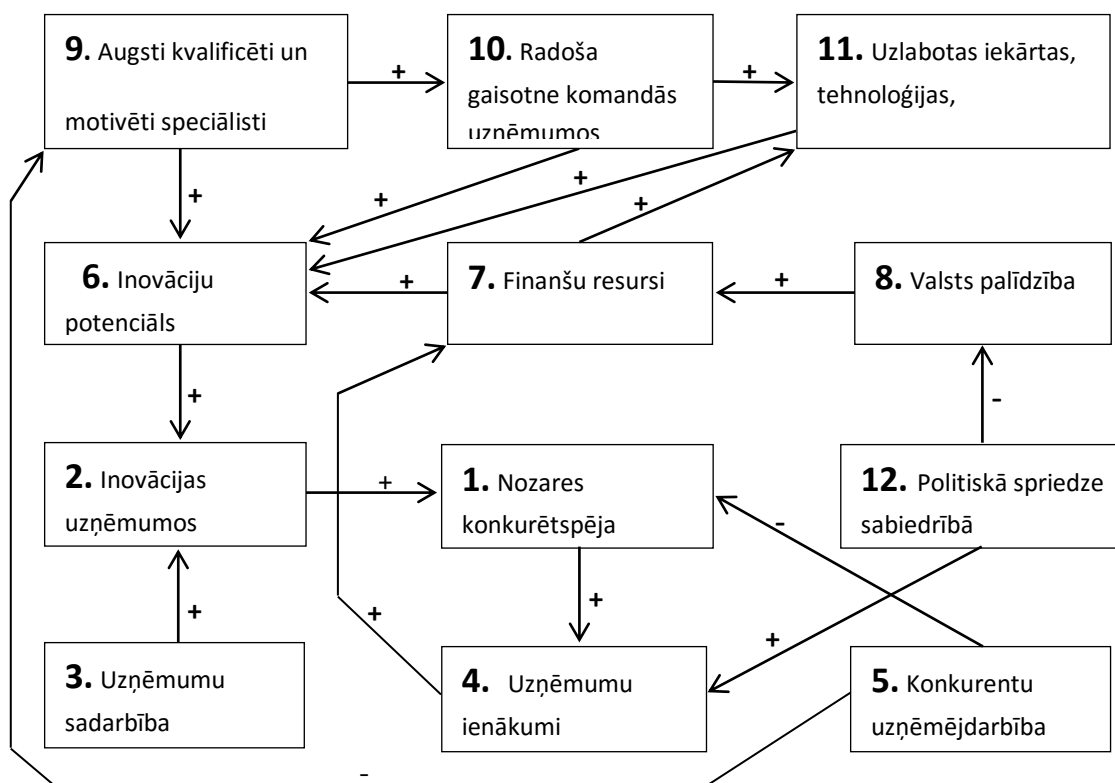
Mūsdienās reģionālās ekonomikas teorija plaši izmanto sistēmas pieeju (1.2. attēls). Visus uzņēmumus var uzskatīt par atvērtu sistēmu, kas darbojas mijiedarbībā ar vidi. Uzņēmumā izmantota sistēmanalīze veic sistēmas diagnostiku. Šajā pētījumā tiek izmantoti sistēmanalīzes pamatprincipi. Sistēmiskuma princips, kas pazīstams jau senajā filozofijā, tiek izmantots dažādās zinātnes jomās. Galvenā loma sistēmanalīzē ir struktūras jēdzienam, kas ir saistīts ar attiecību secību starp sistēmas elementiem. Kognitīvā kartēšana kalpo kā līdzeklis, lai atvieglotu sarežģītas sistēmas uztveri un ilustrētu kvalitatīvu analīzi.⁵⁹

Tā sauktā mīksto sistēmu teorija aptver sistēmas, kas var pielāgoties mainīgajiem ārējās vides apstākļiem. Mīkstajā sistēmā galvenā loma ir subjektīvajam faktoram, cilvēkiem, viņu uzskatiem, attieksmei utt.⁶⁰ Veicot struktūranalīzi, veiksmīgi tiek izmantota grāfu teorija.

⁵⁹ Eden C. Cognitive Mapping. European Journal of Operational Research. Vol. 36, № 1. 1988.

⁶⁰ Checland P.B. Soft systems methodology: An overview. Journal of Applied System Analysis, vol. 15. 1988.

Izmantojot kognitīvo kartēšanu, izveidotas shēmas, kas interpretē cilvēku uzskatus, viedokļus, un tiek sauktas par kognitīvām kartēm. Matemātiski kognitīvās kartes ietver iezīmēti vārstus grafikus (digrāfs). Tie ļauj pietiekami pilnīgi analizēt cēloņsakarības sarežģītās struktūrās, kurās cēlonis ir sistēmisks.



1.2. attēls. **Galveno faktoru, kas ietekmē konkurētspēju, attiecību sistēmas kognitīvā karte.**⁶¹

Avots: autora izstrādāta.

Kognitīvā karte ar galvenajiem faktoriem, kas ietekmē nozares konkurētspēju, parādīta

1.2. attēlā. Esošo faktoru apzīmējumi:

- 1 – konkurētspēja nozarē;
- 2 – nozares uzņēmumu inovācijas;
- 3 – nozares uzņēmumu sadarbība inovāciju ieviešanā;
- 4 – nozares uzņēmumu ienākumi, tostarp no inovācijām;
- 5 – konkurentu uzņēmējdarbība visu iespējamo veidu tirgos;
- 6 – nozarē radīto inovāciju potenciāls;
- 7 – nozares uzņēmumu finanšu resursi, kurus var izmantot inovācijām;
- 8 – valsts palīdzība un finansiāls atbalsts inovāciju ieviešanā;
- 9 – nozares uzņēmumu augsti kvalificētu un motivētu speciālistu komandas;
- 10 – radošas gaisotnes radīšana uzņēmumu speciālistu komandās, kas ir nepieciešams jaunu, modernu tehnoloģiju ieviešanai un pētniecības un attīstības īstenošanai;
- 11 – modernu iekārtu, tehnoloģiju, pētniecības un izstrāžu ieviešana rūpniecības uzņēmumu attīstībai;

⁶¹ Kochetkov Yu., Aliev B. Improving the competitiveness of Latvia's shipbuilding as a basis of strategy for the successful development of the industry in the context of globalization. "Sabiedrība un kultūra", rakstu krājums No. XVIII, Liepājas Universitāte, Liepāja, 2016, 269–280 lpp. ISSN 1407- 6918.

12 – politiskā spriedze sabiedrībā, kas saistīta ar sarežģītu starptautisku situāciju un iekšējām problēmām valstī.

Faktora numurs atbilst iezīmētā digrāfa A tipu numuriem: $u_1, u_2, \dots u_{12}$.

Kartē redzami iezīmēti virzīti digrāfi, kas sastāv no 12 virsotnēm u_1, u_2, u_{12} un atbilstošām savienojuma līknēm (bultiņām). Iezīmēti virzītajos digrāfos (digrāfs A) trīs savienojumu līknes ir negatīvas, pārējās ir pozitīvas. Līknes tiek izmantotas, lai ilustrētu tikai būtiskākās cēloņsakarības. Citu attiecību ietekme netiek ņemta vērā. Līknei (u_i, u_j) tiek dota zīme "+", ja palielinājums u_i palielina (stiprina) u_j , un u_i samazinājums noved pie u_j samazināšanās. Zīme "-" tiek dota, ja u_i pieaugums ietver u_j samazināšanos, un u_i samazināšana rezultē u_j pieaugumu. Tādējādi jebkurā virzienā vērsts digrāfs G ir pāris (U, A), kur U ir virkņu kopums, un A ir sakārtoto elementu pāru kopums U (savienojumu kopums ar zīmēm "+" vai "-").⁶² Pie zīmes "+" cēloņsakarība būs pozitīva, un ar zīmi "-" būs negatīva. Digrāfi veido gan kontūras (slēgta vienvirziena savienojumu ķēde), gan puskontūras (dažādu virzienu savienojumu ķēde).

Iezīmētā digrāfa A kontūras neietver negatīvās ietekmes līknes – ar mīnusa zīmi – un atbilstošās virsotnes u_5 un u_{12} :

a) $u_1 - u_4 - u_7 - u_6 - u_2 - u_1$;

b) $u_1 - u_4 - u_7 - u_{11} - u_6 - u_2 - u_1$.

Abas kontūras ir līdzsvarotas, t.i., tām ir pozitīvs vērtējums, jo tām trūkst negatīvu savienojuma līkņu. Piemēram, kontūra "b": nozares konkurētspējas uzlabošana (u_1) palielina ieņēmumus (u_4) un finanšu resursus (u_7), ko var veltīt jaunu iekārtu, tehnoloģiju, pētījumu finansēšanai un ieviešanai. (U_{11}). Tas palielina inovāciju potenciālu (u_6); jauninājumi tiek ieviesti ražošanā inovāciju veidā (u_2), kā rezultātā palielinās konkurētspēja. Lielākā daļa nozīmīgāko iezīmēto digrāfu virsotņu ķēžu ir gan līdzsvarotas, gan nesabalansētas puskontūrās. Virsotnes digrāfs u_5, u_{12} , no kura rodas negatīvie savienojumi, noved pie nesabalansētu puskontūru klātbūtnes ar negatīvu atgriezenisko saiti:

c) $u_5 - u_1 - u_4 - u_{12} - u_8 - u_7 - u_6 - u_9 - u_5$;

d) $u_{12} - u_8 - u_7 - u_4 - u_{12}$;

e) $u_{12} - u_8 - u_7 - u_6 - u_2 - u_1 - u_4 - u_{12}$.

Piemēram, puskontūrā "e" pieaugošā politiskā spriedze sabiedrībā (vai starptautiskajās attiecībās) (u_{12}) negatīvi ietekmē valsts atbalstu (u_8), jo lielāka uzmanība tiek veltīta drošības uzlabošanai, tādējādi samazinot nozares finanšu resursus (u_7). Tas negatīvi ietekmē inovāciju potenciālu (u_6); līdz ar to samazinās inovāciju skaits (u_2), un nozares konkurētspēja samazinās (u_1). Protams, nozares ieņēmumi samazinās (u_4). Arī ienākumi valsts budžetā no nodokļiem nepalielinās. Tas liek uzņēmējiem un politiķiem pievērst uzmanību nozares stāvoklim un palielināt sadarbību ar valsti, piemēram, tagad tādā aktuālā jautājumā kā kvalificēta personāla apmācība kuģu būves un kuģu remonta nozarē.

Rezultātā, savstarpēji saistītu sistēmu normālas darbības gadījumā konkurētspējas situācijai vajadzētu uzlaboties. Līdzīgi procesi var notikt puskontūrās "c" un "d". Tādējādi nesabalansēto puskontūru negatīvajai atgriezeniskajai saitei galā ir pozitīva loma.

Jāuzsver digrāfa atsevišķu virsotņu iezīmes. Viens no vissvarīgākajiem aspektiem nozares veiksmīgai darbībai un tās augsta līmeņa konkurētspējai ir augsti kvalificētu un motivētu speciālistu pieejamība (u_9), kas palīdz radīt radošu gaisotni komandā (u_{10}). Saskaņā ar vadošo sabiedrību pieredzi attīstītajās valstīs radoša gaisotne veicina intensīvāku un efektīvāku inženieru un pētnieku darbu jaunu tehnoloģiju izstrādes, pētniecības un attīstības procesā (u_{11}). Tas palielina inovāciju potenciālu. Negodīgas konkurences metodes (u_5),

⁶² Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. RutgersUniversity, NewJersey, USA. 1986.

intelektuālā darbaspēka emigrācija un speciālistu aizplūšana uz ārzemēm, gluži otrādi, samazina inovāciju potenciālu (u_6). Tad tiek ierobežotas iespējas izstrādāt un ieviest inovācijas (u_2), piemēram, modernu aprīkojumu, progresīvas tehnoloģijas, tiek bremsēta pētniecība un attīstība (u_{11}).

Ir vērts atzīmēt pretrunīgo efektu faktoru sistēmā (1.2. attēls), ko izraisa politiskā spriedze sabiedrībā (u_{12}). Globalizācijas kontekstā politiskās spriedzes avoti var būt notikumi starptautiskajā arēnā un valstī. Bieži vien šie notikumi spiež valsti palielināt aizsardzības izdevumus, kas var samazināt tiešo palīdzību nozarei (u_8). Valsts atbalsts (u_8) var izpausties dažādās formās. Tas var būt atbalsts aizdevumu saņemšanai, ražošanas pasūtījumiem, kvalificēta personāla apmācības organizēšanai un pārkvalificēšanai valsts izglītības iestādēs, palīdzība jaunākās zinātniskās un tehniskās informācijas iegūšanā utt.

Tāpat kā analizētajā digrāfā **A** (1.2. attēls) ir gan pozitīvi, gan negatīvi cikli, kas sastāv no virsotņu un malu secības, viss digrāfs ir nesabalansēts. Tādēļ tā aprakstītā sistēma nebūs pietiekami stabila, un nozares ārējās konkurences ietekme var samazināties, pateicoties ārējo faktoru ietekmei. Konkurentu pieaugošā aktivitāte tirgos (u_5), kā arī neparedzams, negaidīts politiskās spriedzes pieaugums sabiedrībā (12), kas var rasties krīzes situāciju dēļ pasaulē, nav vienīgie efekti. Lai analizētu situāciju sistēmas līdzsvarā un novērtētu virsotnes u_{12} ietekmi uz digrāfa līdzsvaru, ir nepieciešams veikt oriģinālā digrāfa **A** (1.2. attēls) relatīvā līdzsvara aprēķinus, kas ietver virsotni u_{12} un modificēto digrāfu **B** bez virsotnes u_{12} , izmantojot labi zināmo formulu.⁶³

1.1. tabula. Digrāfu raksturojums, ņemot vērā (**A diagramma**) un neņemot vērā (**B diagramma**) politisko spriedzi sabiedrībā (autora aprēķins)

No.	Diagramma	Līdzsvara pakāpe b	Eigena digrāfu matricu blakusparādības vērtības
1	A	0.776	0;0;0; 0; 0; 0; 1,135; 0,451+1,002i; - 0,778; 0,451-1,002i; -0,629+0,736i; - 0,629-0,736i.
2	B	1.00	0; 0; 0; 0; 0; 0; 1,135; 0,451+1,002i; - 0,778; 0,451-1,002i; -0,629-0,736i; - 0,629+0,736i.

Tabulā 1.2. ir parādīti **A** un **B** digrāfu līdzsvara pakāpes aprēķinu rezultāti, kā arī to esošo blakusparādības matricu parametri, kas tiek demonstrēti turpmāk.

Iezīmētajā digrāfā **B** ir tikai pozitīvi cikli, tā relatīvā līdzsvara pakāpe **b (B) = 1**. Līdz ar to digrāfs **B**, atšķirībā no digrāfa **A**, ir līdzsvarots, un tā aprakstītā sistēma būs pietiekami stabila. Latvijas kuģubūves nozares konkurētspēja bez virsotnes u_{12} necietīs, nepiedzīvos pēkšņas pārmaiņas samazinājuma virzienā. Reālajā dzīvē nav iespējams noņemt digrāfa **A** faktoru sistēmas virsotni u_{12} sakarā ar sarežģīto starptautisko situāciju.

Tādējādi veiktais pētījums ļāva autoram izdarīt šādus secinājumus:

konkurētspēja ir daudzšķautņaina funkcija, bet preču konkurētspēja joprojām tiek balstīta galvenokārt uz preču ražošanu. Pakalpojumi nevar kalpot kā konkurētspējas vairošanas pamats. Lai sasniegtu konkurētspējīgu IKP struktūru, ir jāpalielina augsto tehnoloģiju produktu ražošana, kam jāpārsniedz pakalpojumu īpatsvars. Tādēļ ir

⁶³Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

nepieciešams izmantot makroekonomisko sviru komplektu un nodrošināt efektīvāku zinātnes un ražošanas sasaisti, zinātnes sasniegumu pārnesi ražošanā.

Lai novērtētu konkurētspējas faktoru ietekmi uz inovācijām, ir nepieciešams izstrādāt visaptverošu un daudzpusīgu inovāciju un konkurētspējas faktoru novērtējumu. Ir vajadzīgs ņemt vērā principu – novērtēšanas sarežģītība nozīmē nepieciešamību analizēt kritēriju kopumu (kompleksu).

Autors ir izanalizējis konkurētspējas novērtēšanas metodes, un esošās metodes ekonomikā ir sadalītas šādās grupās: matricas metodes; metodes, kuru pamatā ir preču vai pakalpojumu novērtēšanas procedūra; metodes, kas balstītas uz efektīvas konkurences teoriju; metodes, pamatojoties uz integrētu novērtējumu. Šī klasifikācija ļaus novērtēt uzņēmuma inovācijas aktivitātes konkurētspēju.

Tālāk autors ir piedāvājis algoritmu konkurētspējas noteikšanai, konkurētspējas noteikšanas algoritms paredz šādus posmus: novērtējuma mērķa noteikšana; analizē vērā ņemto teritoriju (darbības veidu) identifikācija; metodes izvēle un salīdzināšanas pamats; nosaka izmēramās īpašības; izraudzīto īpašību novērtējums; vispārējā, integrētā konkurētspējas indikatora aprēķināšana; secinājumi par konkurētspēju. Demonstrētie principi, metodes ļāva autoram izstrādāt modeli, lai novērtētu nozares inovāciju un konkurētspējas faktorus.

Autora piedāvātajā *konkurences galveno faktoru attiecības sistēmas kognitīvajā kartē* atspoguļotie faktori: nozares konkurētspēja; inovācijas, kas tiek īstenotas nozares uzņēmumos; nozares uzņēmumu sadarbība inovāciju ieviešanā; nozares uzņēmumu ienākumi, tostarp ieņēmumi no inovācijām; konkurentu komercdarbība tirgos; nozarē radīto inovāciju potenciāls; nozaru uzņēmumu finanšu resursi, ko var izmantot inovācijām; valsts atbalsts un finansiāls atbalsts inovāciju ieviešanā; rūpniecības uzņēmumu augsti kvalificētu un motivētu speciālistu komandas; radošas gaisotnes izveidošana uzņēmuma speciālistu komandās, kas nepieciešama jaunu sarežģītu tehnoloģiju un zinātniskās pētniecības rezultātu ieviešanai; modernas tehnikas, tehnoloģiju, zinātnisko pētījumu ieviešana rūpniecības uzņēmumos; politiskā situācija sabiedrībā, kas saistīta ar sarežģīto starptautisko situāciju un iekšējām problēmām valstī. Autora piedāvātais modelis ļaus pilnībā novērtēt inovāciju un konkurētspējas ietekmi konkrētā nozarē.

2. LATVIJAS KUĢU BŪVES UN KUĢU REMONTA NOZARES MŪSDIENU ATTĪSTĪBAS RAKSTUROJUMS

Reģionālās ekonomikas vissvarīgākie komponenti, kas nodrošina veiksmīgu konkrētu reģionu un līdz ar to visas valsts attīstību, ir ražošana dažādās nozarēs. Viena no Latvijas reģionālās ekonomikas nozarēm, kurai ir dziļas vēsturiskās saknes, ir kuģu būves un kuģu remonta nozare. Tās uzņēmumu produktus galvenokārt pārdod starptautiskajos tirgos.

Ņemot vērā promocijas darbā izvirzīto mērķi, pēc autora domām, ir nepieciešams raksturot Latvijas kuģubūves un kuģu remonta nozari kā reģionālās ekonomikas neatņemamu daļu mūsdienu starptautiskās konkurences apstākļos un Latvijas ekonomikā.

Vēsturiski un ģeogrāfiski Latvija ir jūras valsts. Tādēļ pašlaik kuģniecības nozare – kuģu un citu peldlīdzekļu būve, remonts un apkope – ir svarīga valsts rūpniecības daļa. Pastāvīgo darbinieku skaits kuģniecības nozarē, kur ir daži desmiti uzņēmumu, pārsniedz 1 tūkstoši, bet sezonā, parasti siltajos mēnešos, strādājošo skaits palielinās 2–3 reizes.

Tagad ir pieprasījums pēc kuģiem ar kvalitatīviem jauniem ekspluatācijas parametriem attiecībā uz veicamajām funkcijām, efektivitāti, vides drošību utt. Izvirzītas šādas prasības jaunajiem kuģiem: strukturālās shēmas elastīgums un daudzfunkcionalitāte, kas atbilst konkrēta klienta prasībām; nav vajadzīgs kapitālais vai cits nozīmīgs remonts kuģa darbības laikā; būtiska kuģa būves izmaksu samazināšanās (par 10–15%) utt. Spēcīgs stimuls

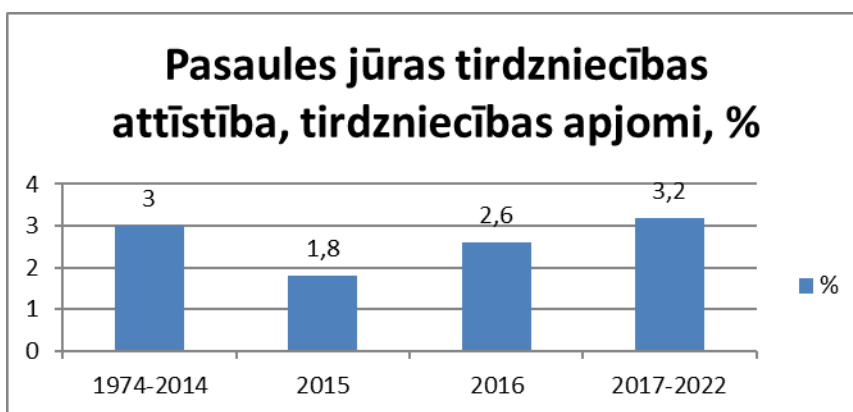
tehnoloģiju attīstībai kuģu projektēšanas un būvniecības jomā ir nepārtraukti palielinātās prasības, ko izvirza valsts un starptautiskās institūcijas, t.sk. jūras reģistri un organizācijas kuģošanas drošībai, vides aizsardzībai, apkalpes kvalifikācijai utt.

Šobrīd pieaug prasības kuģu dzinēju ražošanai, to efektivitātei un videi draudzīgākai izmantošanai. Strauji attīstās ar kuģu būvi saistītās nozares: tiek izveidoti jauni materiāli kuģu aprīkojumam, elektronikai, elektriskajām ierīcēm, datoru navigācijas sistēmām u.c.

2.1. Kuģu būves un kuģu remonta rūpniecības attīstības analīze pasaules ekonomikā

Konkurence pasaules tirgos ir jauns uzņēmējdarbības posms pasaules ekonomikā, un to raksturo šādas īpašības: ārvalstu tiešo investīciju straujāka izaugsme; plaša ārpakalpojumu izmantošana, atsevišķu preču vienību visa apjoma ražošana valstīs ar lēto darbaspēku; kopuzņēmumi, dažu uzņēmumu absorbcija citos uzņēmumos.

Pasaules ekonomiskā izaugsme samazinājās 2016. gadā, vienlaikus samazinot IKP par 2,2% no 2,6% 2015. gadā un salīdzinājumā ar 2001.–2008. gada vidējo gada pieauguma tempu (3,2%) (*United Nations Conference on Trade and Development / UNCTAD*, 2017. gads). Tālāk par pasaules jūras tirdzniecības izaugsmi (2.1. attēls).



2.1. attēls. Pasaules jūras tirdzniecības attīstība, tirdzniecības apjomi, % (autora izstrādāts).

Pasaules ekonomikas norišu ietekmē pieprasījums pēc kuģošanas pakalpojumiem uzlabojās 2016. gadā, kaut arī ne visai ievērojami. Pasaules jūras tirdzniecība palielinājās par 2,6%, pieaugot no 1,8% 2015. gadā, kas bija zemāka par iepriekšējo četru gadu desmitu laikā reģistrēto vēsturisko vidējo rādītāju – 3%. Kopējais apjoms sasniedza 10,3 miljardus tonnu, kas nozīmē vairāk nekā 260 miljonu tonnu kravu pieaugumu, no kura aptuveni puse attiecās uz tankkuģu tirdzniecību.

Lai novērtētu starptautisko jūras tirdzniecību, *UNCTAD* identificē šādus preču pārvadājumus: konteineri, piecas apjomīgākās beztaras preces (dzelzs rūda, ogles, graudi, boksīts un alumīnija oksīds), kā arī naftas un gāzes nozares produkti. Galvenā pārvadājumu tonnāža 2016. gadā attiecās uz jaunattīstības valstīm – 59% iekrauto un 64% izkrauto kravu, attīstītajām valstīm – 35%, pārejas ekonomikām – 6% iekrauto un 1% izkrauto kravu.

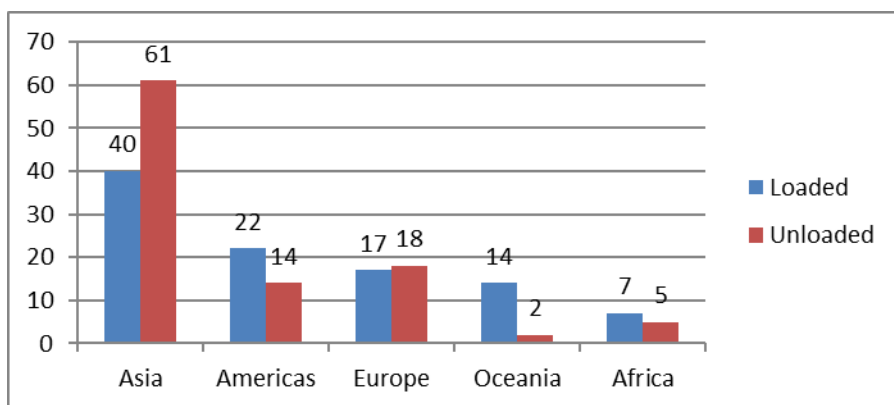
Ģeogrāfiskās ietekmes ziņā Āzija joprojām bija galvenā globālā kravu iekraušanas un izkraušanas zona 2016. gadā. Amerika – otrā, bet Eiropa trešā – 17% iekrauto un 18% izkrauto kravu, un Āfrikas kontinenta valstis aizņēma 7% un 5% pasaules kravu iekraušanas un izkraušanas platību 2016. gadā (2.2. attēls).

Attēlā 2.2. skaidri redzams, ka pasaules jūras tirdzniecībā līdera pozīcijās ir trīs reģioni – Āzija, Amerika, Eiropa, turklāt tieši šajā minētajā secībā.

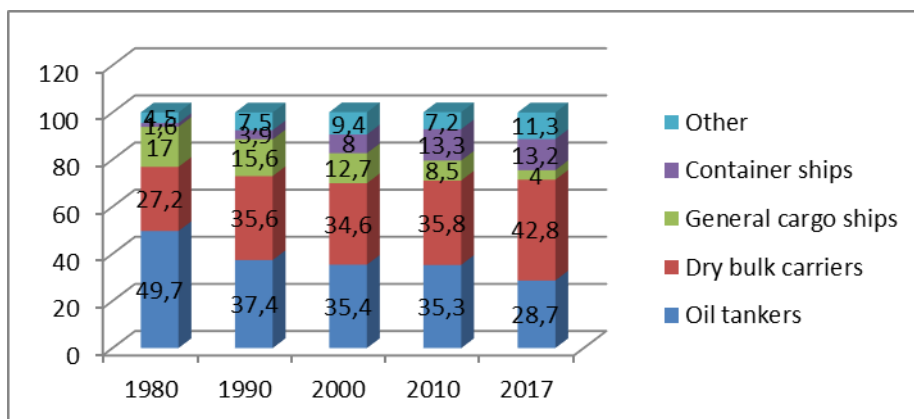
Dati liecina, ka naftas tankkuģu īpatsvars samazinās, un no 1980. līdz 2017. gadam tas samazinājās gandrīz divas reizes. Tomēr sauso beramkravu procentuālais īpatsvars palielinās, 1980. gadā tonnāžas masa bija 27,8%, bet 2017. gadā šī daļa bija 42,8% (2.3. attēls).

Dati liecina, ka konteineru pārvadājumu daļa kopš 1980. gada ir ievērojami palielinājusies. Tās īpatsvars 1980. gadā bija 1,6% no tonnāžas, bet 2017. gadā šī daļa palielinājās par 6 (!) reizēm un bija 13,2%.

Lai sasniegtu promocijas darbā izvirzīto mērķi, ir nepieciešams analizēt pasaules ostas, kurās ir augstas kvalitātes infrastruktūra (*UNCTAD*, jūras transporta pārskats). Saskaņā ar *UNCTAD* datiem, 21 valstī ir ostas infrastruktūras kvalitāte ar indeksu, kas lielāks par 5. Līderpozīcijās ir Nīderlande, Honkonga (Ķīnas autonomais reģions) un Singapūra. Diemžēl Latvija šajā reitingā nav iekļauta; tomēr, pēc promocijas darba autora domām, Latvijai ir liels potenciāls savas ostas izvirzīt starp 20 pasaules labākajām ostām, pievēršot uzmanību ostas infrastruktūras jauninājumiem, tostarp saistībā ar kuģu remontu.



2.2. attēls. Pasaules jūras tirdzniecība reģionos, % pasaules tonnāžā, 2016 (autora izstrādāts).



2.3. attēls. Pasaules flote pēc galvenajiem kuģu tipiem, 1980.–2017. gads, % no kravu tonnāžas (izstrādājis autors).

Lai attīstītu ostu infrastruktūru, vajadzīgi ievērojami ieguldījumi inovatīvos uzlabojumos. Ņemot vērā jūras transporta pieaugumu pasaulē, šī ir viena no daudzsoļšajām jomām, t.sk. investīciju aktivitātēs. Ķīna ir līderis paredzētajā naudas izlietojumā ostu infrastruktūrai. Kopumā šim nolūkam Āzijas reģions (Rietumāzija, attīstītā Āzija un jaunās Āzijas valstis) plāno līdz 2030. gadam tērēt vairāk nekā 27 triljonus ASV dolāru.

Attiecībā uz flotes īpašumtiesībām reģionos Āzijas ekonomikai ir vislielākā kuģu īpašnieku tirgus daļa (49%), kam seko Eiropa (41%) un Ziemeļamerika (7%). Kuģu reģistrācijas ziņā Āfrikas un Amerikas jaunattīstības valstīm ir nozīmīgākā loma, attiecīgi 7% un 17% reģistrējumu (pēc kravu tonnāžas). Svarīgas kuģu reģistrācijas jomā bieži ir mazas attīstības valstis Āfrikā, Amerikā un Klusā okeāna reģionā. Panama vairāk nekā 20 gadus ir saglabājusi līderpozīcijas kā valsts, zem kuras karoga ir visvairāk reģistrēto kuģu.

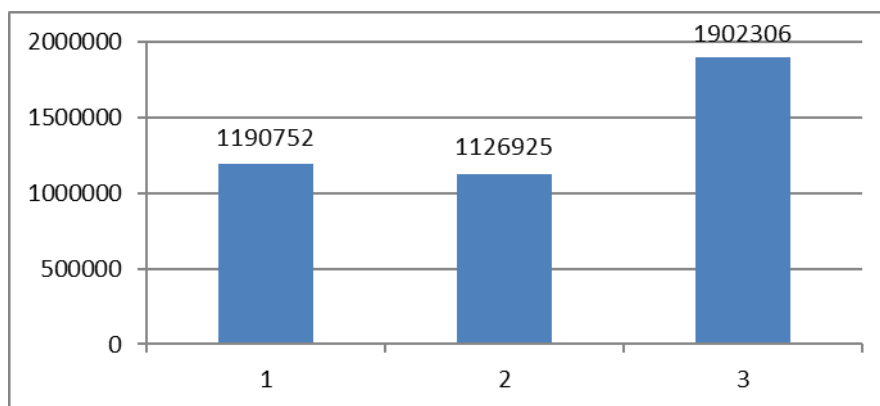
Starp ES valstīm 2016. gadā līderis tirdzniecības flotē pēc faktiskajām īpašumtiesībām bija Grieķija ar 308 836,9 tūkst. tonnu kravas, Vācijai otrā vieta – 112 028,3 tūkst. tonnas, bet Apvienotā Karaliste trešā vieta – 51 647,62 tūkst. tonnas. Jāuzsver, ka starp Baltijas valstīm Latvijai – 1061,755 tūkst. tonnas, Lietuvai – 192,849 un Igaunijai – 316,609 tūkst. tonnu kravas. Ņemot vērā pasaules tendences jūras transporta izmantošanā un Latvijas pieredzi jūras transportā, īpašumtiesībās un kuģu būves un kuģu remonta nozarē, Latvija, pēc autora domām, varētu turpināt veiksmīgi attīstīt jūras transportu, kuģu būves un kuģu remonta nozari, ieviešot inovācijas šajā nozarē.

Āzijas valstis ir līderes kuģu būves nozarē: 2016. gadā Ķīna ražoja kuģus ar 22 178 672 bruto tonnāžu, Koreja – 25 265 934, Japāna – 13 348 773, Filipīnas – 1 168 357, Taivāna – 468 038, Vjetnama – 419 189 bruto tonnāžu. Gandrīz puse no visiem pasaulē ražotajiem kuģiem rodas Āzijas reģiona valstīs.

Lai novērtētu kuģu ražošanu Eiropas Savienības valstīs, jāuzsver, ka no ES 28 (2016) 15 valstis analizētajā periodā attīstīja kuģu būves nozari. Pēc 2016. gada rezultātiem kuģu būves līderis bija Rumānija – 822 010 bruto tonnāža, pēc tam Vācija – 404 996, bet Francijā – 227 862 bruto tonnāža. Būtisks dalībnieks ES kuģubūves nozarē ir Nīderlande – 175 933 bruto tonnāža.

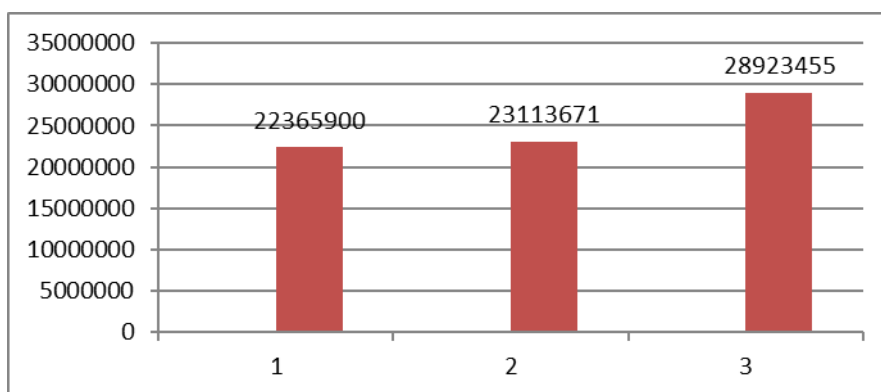
Baltijas jūras reģiona valstis kuģu būves nozarē ir pārstāvētas šādi: Somija – 108 085 bruto tonnāža, Dānija – 24 937 bruto tonnāža un Lietuva – 499 bruto tonnāža (2015). Jāuzsver, ka Dānijā 2014. gadā kuģu skaits bija 3645 bruto tonnāža, bet 2016. gadā – 24 937, kas ir gandrīz 7 reizes lielāks. Lietuvā 2014. gadā uzbūvēti 3134 kuģi, bet 2015. gadā – tikai 499 un 2016. gadā kuģi netika uzbūvēti. ES valstīs uzbūvēto kuģu īpatsvars pasaules mērogā (bruto tonnāža) bija mazs – 3% 2016. gadā. ES valstīm ir potenciāls šīs nozares attīstībai.

Vēl ir svarīga izmaiņu dinamika ES valstu kuģu būves nozarē laikposmā no 2014. gada līdz 2016. gadam. Kā redzams 2.4. attēlā, ES valstīs, tāpat kā visā pasaulē, vērojama izaugsmes dinamika.



2.4. attēls. **Kuģu būves nozares (bruto tonnāža) izmaiņu dinamika ES valstīs no 2014. līdz 2016. gadam (izstrādājis autors).**

Pēc autora domām, ir lietderīgi apsvērt statistiku par kuģu demontāžu pasaules valstīs. Attēlā 2.5. parādīts demontēto kuģu skaits pasaulē (izņemot ES datus).



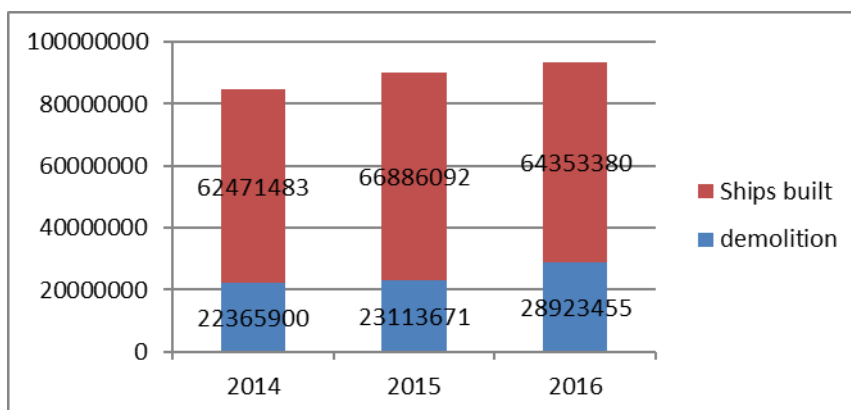
2.5. attēls. **Kuģu nodošana metāllūžņos pasaulē, bruto tonnāža, 2014–2016 (izstrādājis autors).**

Kā redzams 2.5. attēlā, pasaules kuģu būves flote pārskatītajā periodā katru gadu tiek atjaunināta. Kuģu lūžņu pieaugumu veido lineārā līkne. Ja salīdzina demontēto kuģu un tajā pašā periodā uzbūvēto kuģu apjomu, tad izaugsmes dinamika ir acīmredzama, kas norāda uz kuģu būves attīstību pasaulē.

Autora veiktie aprēķini, kas parādīti 2.6. attēlā, liecina, ka ar 25–30% demontēto kuģu 2014.–2016. gadā šajā laika periodā jaunu iekārtu pieaugums vai būvniecība ir 65–70%.

Pārskata periodā katru gadu tika atjaunināta pasaules kuģu flote. Kuģu lūžņu pieaugumu veido lineārā līkne. Ja salīdzina demontēto kuģu un tajā pašā periodā uzbūvēto kuģu apjomu, tad izaugsmes dinamika ir acīmredzama, kas norāda uz kuģu būves attīstību pasaulē.

Analīze liecina, ka pasaules tirdzniecības pieaugumā jūras transportam ir aktīva loma, un kuģu būves nozare 2008.–2016. gadā ir stabilizējusies un dinamiski attīstījusies, ko pētījis autors. Vienlaikus kuģu būves un kuģu remonta rūpniecības izredzes ir palielināt šos apjomus, jo pieaugs investīciju apjoms kuģu būvē, un arvien vairāk tiks izmantots arī jūras transports.



2.6.attēls. **Pasaulē uzbūvēto un demontēto kuģu skaita salīdzinošā analīze, bruto tonnāža (izņemot ES valstis) (autora aprēķini).**

2.2. Latvijas kuģu un laivu būves attīstības tendenču analīze

Kā minēts 2.1. apakšnodaļā, kuģu un laivu būve Latvijā ir atkarīga no pasaules ekonomikas tendencēm. Šajā sakarā ir vērts apsvērt Latvijas vērtējumu pasaules organizāciju skatījumā. Pasaules Banka novērtējā nozari ziņojumā *“Connecting to Compete 2016: Trade Logistics in the Global Economy”*.

2.1. tabula. Baltijas valstu analīze loģistikas veikspējas indeksā 2016. gadā
(izstrādājis autors)

	Latvija	Lietuva	Igaunija
LPI Kategorija	43	29	38
Muita	45	28	29
Infrastruktūra	41	27	44
Starptautiskie sūtījumi	44	31	56
Loģistikas kompetence	37	30	46
Izsekošana un trasēšana	49	27	48
Savlaicīgums	39	17	20

Avots: Pasaules Banka: loģistikas veikspējas indeksa (LPI) Ziņojums: Atšķirības turpina pastāvēt. 2017.

Pasaules Bankas dati liecina, ka saskaņā ar loģistikas veikspējas indeksu no 160 pasaules valstīm Latvija bija 43. vietā, aiz Lietuvas – 29. vieta un Igaunijas – 38. vieta. Latvija ieguva zemu rādītāju tādās pozīcijās kā muita, tikai 45. vieta, infrastruktūras indekss – 41. vieta, kur Lietuvai – 27. vieta, bet izsekošanas un trasēšanas indeksā Lietuva ar 27. vietu bija priekšā arī Igaunijai (48. vieta) un Latvijai (49. vieta).⁶⁴

Latvijā lielākā daļa uzņēmumu, 99,8%, ir mazie un vidējie uzņēmumi. Valstī ir daži relatīvi lieli uzņēmumi. Kuģu būves nozari galvenokārt pārstāv mazie un vidējie uzņēmumi. Ir tikai divi salīdzinoši lieli kuģu būves uzņēmumi: AS “Rīgas kuģu būvētava” un AS “Tosmares kuģu būvētava” Liepājā. Lielākā daļa uzņēmumu ir iesaistīti sporta laivu un nelielu atpūtas kuģu būvē. Dažādos gados tie veidoja 70–85% no kopējā rūpniecības uzņēmumu skaita, kas nodarbojas ar kuģu un laivu būvi. No 2005. gada līdz 2016. gadam kopējais uzņēmumu skaits, kas darbojas kuģu būves nozarē Latvijā, ir pieaudzis, neskatoties uz ekonomisko krīzi 2005.–2016. gadā (2.2. tabula).

2.2. tabula. Bezdarba līmeņa un reģistrēto uzņēmumu skaita analīze Latvijas kuģu un laivu būvē, 2005–2016 (autora izstrādāta)

	Uzņēmumu skaits kuģu un laivu būvē	Nodarbināto skaits kuģu un laivu būvē	Bezdarba līmenis, % 15–64 grupa ⁶⁵
2005	20	1269	9,97
2006	24	1206	7,4

⁶⁴ Tracking & tracing has become an informal name for the system that is used for tracking items via standardized reference numbers or dedicated barcodes. Tracking and tracing provides detailed information concerning cross-border shipments. The World Bank Report of LPI, 2017.

⁶⁵ Central Statistical Bureau of Latvia

http://data.csb.gov.lv/pxweb/en/Sociala/Sociala_istern_nodarb/NB190c.px/table/tableViewLayout2/?rxid=a79839fe-11ba-4ecd-8cc3-4035692c5fc8

2007	24	1037	6,65
2008	31	1047	10,7
2009	32	963	17,97
2010	37	849	20,05
2011	33	866	16,58
2012	50	994	15,38
2013	43	973	12,1
2014	41	910	11,08
2015	47	964	10,33
2016	47	1 080	9,95

Avots: Latvijas Centrālā statistikas pārvalde.

Autora sniegtie dati liecina, ka laikā no 2005. līdz 2012. gadam kuģu un laivu būvē iesaistīto uzņēmumu skaits pieauga ik gadu. Vienlaikus nozarē nodarbināto skaits samazinājās laikposmā no 2005. līdz 2008. gadam, t.i., 2005. gadā darbinieku skaits bija 1269, bet 2008. gadā – 1047 cilvēki. No 2009. līdz 2011. gadam darbinieku skaits samazinājās līdz 866 cilvēkiem, salīdzinājumā ar 2005. gadu samazinājums bija 32%.⁶⁶

Lai novērtētu kuģu būves un remonta nozares ietekmi uz tautsaimniecību, jāveic regresijas analīze. Aprēķinā iegūtie regresijas vienādojumi un grafiki parāda šo faktu vizuāli: uzņēmumu skaits palielinās tieši proporcionāli un strādājošo skaits samazinās pretēji proporcionāli laikam. Noteiktais koeficients R^2 un korelācijas koeficients r ir attiecīgi augstāki par 0,85 un 0,93, iepriekš minētajos gadījumos. Tas norāda, ka attiecīgajā laika periodā šie vienādojumi izskaidro vairāk nekā 85% un 93% uzņēmumu un darba ņēmēju skaita variācijas, kas ir diezgan lielas atšķirības. Līdz ar to korelācijas koeficienti $r = 0,923$ un $r = -0,966$ liecina par spēcīgo korelācijas atkarību no analizētajiem rādītājiem attiecīgajā laika periodā. Iegūto regresijas vienādojumu nozīmīguma pārbaude ar Fišera LSD (F tests) parādīja, ka abos gadījumos faktiskās vērtības F_{act} pārsniedza kritiskās vērtības F_{crit} . (2.3. tabula). Hipotēze H_0 par vienādojumu nenozīmīgumu tiek noraidīta; vienādojumi ir ticami, statistiski nozīmīgi un var tikt izmantoti praktiskiem secinājumiem.

2.3. tabula. Faktora atkarības aprēķina rezultāti (izstrādājis autors)

Nr.	Atkarība, gadi	Regresijas vienādojums $y=f(x)$	R - kvadrāts	Korelācijas koeficients r	Statistika		DW statistika
					F act.	F crit.	
1.	Izmaiņas uzņēmumu skaitā kuģu būves nozarē	$y = 2,607x + 18,286$	0,852	0,923	28,74	6,61	2,416
2.	Kuģu būves nozares darbinieku skaita izmaiņas	$y = -7,132x + 131,9$	0,934	-0,966	70,87	6,61	2,588

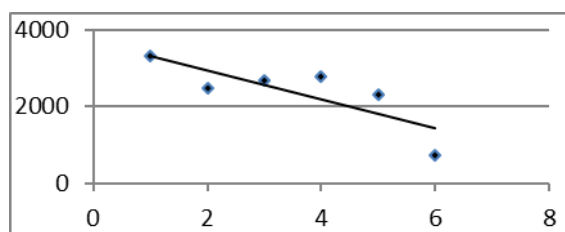
⁶⁶ Kochetkov, Yu., Aliev, B. Aspects of stable development of the shipbuilding branch in Latvia. 11th International Scientific Conference, Klaipeda, 23 october 2015. VADYBA, Journal of Management, vol. 27, No. 2, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2015, p. 51–58. ISSN 1648-7974.

3.	Pārdošanas apjoma izmaiņas	$y = 2,42x + 40,485$	0,280	0,530	4,31	4,84	1,684
4.	Izmaiņas ieguldījumos nozares materiālajos aktīvos	$y = -377,69x + 3704,4$	0,658	-0,811	7,682	7,71	1,695
5.	Darbinieku skaita atkarība no kuģu būves nozares (y) ar nodarbinātības līmeni Latvijā (x)	$y = 21,507x - 862,46$	0,586	0,766	7,087	6,61	1,142
6.	Kuģu remonta pārdošanas apjoma atkarība no (y) IKP uz vienu iedzīvotāju (x)	$y = 0,004x + 30,974$	0,407	0,638	7,56	4,67	1,782

IKP uz vienu iedzīvotāju atkarībā no kuģu remonta pakalpojuma pārdošanas apjoma rūpniecībā Latvijā ir parādīts 2.3. tabulā. Tiešās lineārās regresijas aprēķinātais vienādojums norāda uz doto faktoru tieši proporcionālu atkarību. Iegūtais noteikšanas koeficients ir mazs $R^2 = 0,407$, kas izskaidrojams ar salīdzinoši lielu datu novirzi ($MS = 1548,4$). Tiek konstatēts, ka faktoru korelācijas atkarība ir mērena, un korelācijas koeficients $r = 0,638$. Aprēķinātais novērojamais Fišera LSD $F_{act.}$ ir lielāks par kritisko vērtību $F_{crit.}$. Tādēļ iegūtais lineārās regresijas vienādojums ir statistiski nozīmīgs, un to var izmantot. Var secināt, ka kuģu remonta pārdošanas apjoms nozarē ir saistīts ar IKP līmeni uz vienu iedzīvotāju Latvijā, kas diezgan labi raksturo nacionālās ekonomikas stāvokli kopumā. Tādējādi Latvijas kuģu būves nozares darbinieku skaits un pārdošanas apjomi ir cieši saistīti ar valsts ekonomiku un tautsaimniecības attīstību: veiksmīga Latvijas ekonomikas darbība nozīmē veiksmīgu un ilgtspējīgu kuģu būves nozares attīstību.

Visas promocijas darbā pētītās atkarības ir saistītas ar laika rindām. Tāpēc aprēķinos iegūtie regresijas vienādojumi tika pārbaudīti attiecībā uz pirmās kārtas atlikumu autokorelāciju ar Durbina-Vatsona (DW) testu ar nozīmīguma līmeni $\alpha = 0,05$ (2.3. tabula). Visos gadījumos DW statistikas aprēķini parādīja nepieciešamību pieņemt hipotēzi $H_0: \rho = 0$ bez autokorelācijas. Tikai pētījumā par kuģu būves nozares darbinieku skaita atkarību no nodarbinātības līmeņa Latvijā DW statistika ietilpst nenoteiktības zonā ($d_L < DW < d_U$). Tomēr atlikumu grafiskā analīze arī parādīja, ka nav autokorelācijas.

Laika periodu no 2005. līdz 2010. gadam raksturo fakts, ka ieguldījumi materiālajos aktīvos kuģu remontam un uzturēšanai nozares uzņēmumos galvenokārt samazinājās (2.7. attēls., 2.3. tabula). Krīzes laikā investīcijas kuģu būves nozares uzņēmumu pamatlīdzekļos samazinājās no 2,75 miljoniem EUR 2008. gadā līdz 0,75 miljoniem EUR 2010. gadā. Pēc krīzes seku pārvarēšanas perioda ražošanas nozares investīcijas pamatlīdzekļos pieauga no 2012. līdz 2016. gadam. Uzņēmumos, kas nodarbojas ar kuģu un citu peldlīdzekļu būvniecību un remontu, investīcijas 2014. gadā sasniedza vairāk nekā 6 milj. EUR, un 2015. gadā – 4,5 milj. EUR. Mazos uzņēmumos, kas ražo sporta laivas un ūdens atrakciju iekārtas, ieguldījumi pamatlīdzekļos sasniedza vairāk nekā 0,9 milj. EUR 2016. gadā.



2.7. attēls. **Ieguldījumi materiālajos aktīvos kuģu remontam un uzturēšanai, 2005.–2010. OX ass: 1 – 2005; 2 – 2006; ... 6 – 2010. gads. OY ass: tūkst. EUR (izveidojis autors).**

Veiktā Latvijas kuģu būves un remonta nozares statistikas datu analīze parādīja, ka nozarē strādājošo skaits un pārdošanas apjomi ir cieši saistīti ar izmaiņām atbilstošos tautsaimniecības rādītājos kopumā. Pasaules nelabvēlīgā ekonomiskā situācijā 2008.–2010. gada krīzē būtiski pasliktināja nozares pamatrādītājus, līdzīgi arī ekonomikas rādītājus kopumā. Tas ir likumsakarīgi, jo kuģu būves nozare ir cieši integrēta pasaules ekonomikā, produkti tiek eksportēti, tāpat kā konkurenti atrodas, visā pasaulē. Veiksmīga ekonomiskā attīstība prasa pastāvīgu ražošanas un konkurētspējas uzlabošanu.

Latvijā galvenie kravu pārvadājumi koncentrējas 3 ostās: Rīgā, Ventspilī un Liepājā. Statistikas datu bāzē kā mazākas ostas figurē Engure, Mērsrags, Pāvilosta, Roja, Skulte, Salacgrīva. Pieaugums 2017. gadā bija 118 044 tūkst. tonnu jeb par 75% vairāk nekā 2015. gadā. Ventspils ostā vērojama arī iekrauto kravu izaugsmes dinamika, tāpēc 2017. gadā kravu apjoms pieauga par 75% salīdzinājumā ar 2015. gadu. Liepājas ostā salīdzinājumā ar Rīgas un Ventspils ostām bija neliela daļa no iekrautajām kravām, tomēr šeit arī vērojama izaugsmes dinamika – 2017. gadā kravu apjoms bija 3,85 reizes lielāks nekā 2015. gadā. Autora aprēķinātie dati liecina, ka arī Latvijas ostās izkrautajām kravām ir pieaugums. Dati liecina, ka pasaules ekonomikā jūras transporta loma pieaug un arī Latvijā ir vērojama izaugsmes tendence 2014.–2017. gadā. Tādējādi Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozares potenciāls ir acīmredzams.

Pašlaik kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumi regulāri iemaksā ievērojamus nodokļus Latvijas valsts budžetā (2.4. tabula).

2.4. tabula. **Nodokļi, ko maksā lielākie uzņēmumi nozarē, tūkst. EUR⁶⁷**

Uzņēmums	2015		2016		2017	
	Administratīvie nodokļi	SSIMC	Administratīvie nodokļi	SSIMC	Administratīvie nodokļi	SSIMC
Rīgas kuģu būvētava	809,65	950	779,52	1004,72	836,13	865,2
Liepājas kuģu būvētava	397,78	314,4	455,33	297,1	537,02	211,57
Kopā	1207,43	1264,4	1234,85	1301,82	1373,15	1076,77

⁶⁷ Central Statistical Bureau of Latvia base <http://www.csb.gov.lv/en/dati/explanation-symbols-database-40691.html> TARGET=_blank>Explanation of symbols in database

2.3. Investīciju un inovāciju aktivitāte kā pamats kuģu un laivu būves attīstībai Latvijā

Globalizētajā tirgus ekonomikā uzņēmumi darbojas nenoteiktības apstākļos. Īpaši no 21. gadsimta sākuma ievērojami pieaugušas straujas un krasas pārmaiņas, jo līdzās krīzēm un to pārvarēšanas nepieciešamībai pasauli pārņem piektais augsto un viedo tehnoloģiju vilnis, kas rada daudz lielāku konkurenci, prasa ātrāku un inovatīvāku rīcību. Tāpat pasaulē rodas jauni politiski saasinājumi un problēmas, kas ietekmē uzņēmējdarbību. Jebkura tautsaimniecības nozare, tās uzņēmumi, neatkarīgi no ražojamās produkcijas, tiek pakļauti riskam. Nav iespējams vadīt biznesu bez jebkādiem riskiem, un tāpēc ir nepieciešama arī risku vadība.

2.3.1. Riski kuģu un laivu būvē Latvijā

Kad uzņēmuma augstākā vadība nolemj ieguldīt konkrētā projektā, uzdevums vienmēr ir izvēlēties optimālāko un labāko risinājumu no daudzām iespējām konkrētos apstākļos. Parasti visvienkāršākajā gadījumā katram risinājumam ir divas galvenās iezīmes: vidējā paredzamā peļņa un vidējais paredzamais risks. Tādējādi tiek risināta divu kritēriju optimizācijas problēma, lai izvēlētos labāko risinājumu. Šo optimizācijas problēmu noteikšanai ir dažādi veidi.

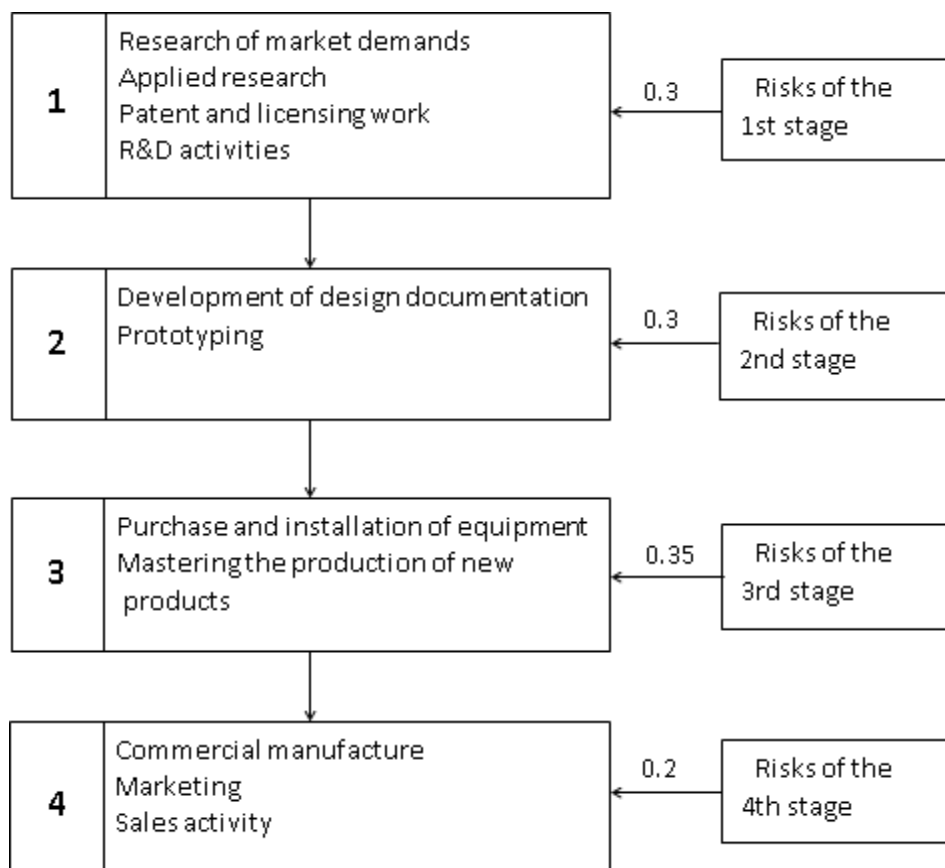
Pētījuma uzdevums ir novērtēt risku situāciju Latvijas kuģu un laivu būvē. Pētījuma novitāti nosaka fakts, ka pirmo reizi galvenie riski tika identificēti un analizēti kuģu būves un kuģu remonta nozarē Latvijā.

Ir zināms, ka uzņēmējdarbības riski vienmēr ir cieši saistīti ar stratēģiskās koncepcijas izstrādi nozares attīstībai. Attīstības stratēģiskā koncepcija ir balstīta uz uzņēmumu prognožu rezultātiem. Pēc kuģu un laivu būves inovāciju attīstības stratēģijas pieņemšanas, uzņēmumiem būtu jāizveido jauninājumu un inovāciju portfelis, kas būs inovatīvas darbības priekšmets.

Inovācijas aktivitātei, inovāciju ieviešanai kuģu būves nozares uzņēmumos Latvijā jābūt nepārtrauktai. Inovāciju ieviešanas un attīstības pasākumi parasti ir cikliski. Pētījumā izklāstīta paplašinātā četru ciklu inovācijas procesa shēma, ko var izmantot kuģu būves nozares uzņēmumos (2.8. attēls).

Nozaru līmenī, kā aprakstīts iepriekš, ir nepieciešams pietiekami ātri ieviest inovācijas un saņemt ekonomisko efektu. To var panākt, izmantojot pieejamos fundamentālo un lietišķo zinātnisko pētījumu rezultātus saistībā ar nozares konkrētā uzņēmuma apstākļiem un vajadzībām. *Pirmajā posmā*, ir nepieciešams veikt tirgus pieprasījuma izpēti, apzināt galvenos uzņēmuma klientus (2.8. attēls). Izejot no pētījumu rezultātiem par dažādu konstrukciju kuģu tirgus pieprasījumu, to jūras kuģošanas raksturlielumiem, celbspēju utt., ir jāplāno izpēte un iestrādes (P & A). Izpētes darbi jāveic, lai ieviestu jaunus produktus, ražošanas tehnoloģijas, jaunus materiālus, kontroles metodes utt. Tiek izvirzīti uzdevumi, lai praksē īstenotu pētījumu rezultātus. Piemēram, maza un vidēja tilpuma dubultkorpusu kuģu (katamarānu) projektēšana un izgatavošana prasa jaunu materiālu un tehnoloģiju ieviešanu, kā arī pētniecības un attīstības darbību veikšanu. Pētniecības un attīstības mērķis var būt jaunu vai modernizētu iekārtu, ierīču un ierīču modeļu izveide. Pēc atbilstošu testu pozitīviem rezultātiem tiek izstrādāts sērijveida produkcijas projekts un tehnoloģiskā dokumentācija. To veic inovācijas procesa *otrajā posmā* (2.8. attēls).

Nemot vērā, ka, ieviešot jauninājumus, visbiežāk ir vajadzīgi ievērojami finanšu ieguldījumi, Latvijas kuģu būves nozares uzņēmumi var izmantot japāņu pieredzi vairāku uzņēmumu sadarbībā inovāciju kopīgai izstrādei un ieviešanai.



2.8. attēls. **Paplašinātā inovāciju procesa shēma Latvijas kuģu būves nozarē (izstrādājis autors)⁶⁸.**

2.3.2. Novatorisku procesu risku raksturojums Latvijas kuģu un laivu būvē

Ieviešot jauninājumus, nozares uzņēmumiem visbiežāk ir nepieciešams, kā tika iepriekš minēts, izmantot izgudrojumus vai pat atklājumus, kas saistās ar intelektuālā īpašuma aizsardzību. Intelektuālā īpašuma tiesiskais regulējums starptautiskā līmenī tiek īstenots saskaņā ar Parīzes konvenciju, kas pieņemta 19. gadsimta beigās. Tādēļ pirms inovāciju ieviešanas jāsakārto patentu un licencēšanas jautājumi, lai novērstu intelektuālā īpašuma aizsardzības pārkāpuma riskus.

Inovāciju procesa pirmajā posmā (2.8. attēls) līdzās jau uzskaitītajiem riskiem var rasties arī citi riski. Katrā konkrētā nozarē un konkrētos nozares uzņēmumos riskiem būs savas īpatnības. Augstākā līmeņa uzņēmumu vadītājus pēc gatavības un spējām uzņemties risku var iedalīt trīs grupās: uz risku nevērsti ieguldītāji / investori, uz risku vērsti ieguldītāji, riska neitrāli ieguldītāji.

Inovācijas procesa *pirmajā posmā* vissvarīgākā ir tirgus vajadzību izpēte, jo tā nosaka potenciālo inovāciju virzienu un plānus. Tāpēc šajā posmā nepareiza lēmuma cena var būt ļoti augsta; attiecīgi riski būs ievērojami. Vadošo lomu tirgus izpētē spēlē nozares uzņēmumu mārketinga nodaļas, daudz kas ir atkarīgs no to darbinieku kvalifikācijas.

Riski, kas rodas inovācijas procesa pirmajā un *otrajā posmā*, galvenokārt ir saistīti ar jauna projekta uzsākšanu, nepazīstamām vai mazpazīstamām tēmām. Saskaņā ar vairāku nozares ekspertu aptauju šādu risku apmērs ir 0,3, ņemot vērā to jauninājuma efekta dēļ palielināto

⁶⁸ Aliev, B., Kochetkov, Yu., "Characteristics of the risks of innovation process in the industry of shipbuilding in Latvia". BSA, zinātnisko rakstu krājums, V Starptautiskā zinātniski praktiskā conference "The transformation process of law, the regional economy and economic policy: the relevant economic and political and legal issues", 2016. g. 9. decembris. Rīga: BSA, 2017, 27–36 lpp. ISBN 978-9984-47-143-3.

vērtību.⁶⁹ Lai mazinātu šos riskus, ir lietderīgi piesaistīt ārējos konsultantus un dibināt sadarbību starp nozares uzņēmumiem. Pašreizējais zinātnes un tehnikas attīstības posms ir saistīts ar jauno digitālo un viedo tehnoloģiju vilni jeb tehnoloģisko / industriālo revolūciju. Latvijas kuģu būves nozares uzņēmumi arī izstrādā fundamentāli jaunas tehnoloģijas.

Pēc dokumentācijas izstrādes pabeigšanas sākas inovāciju procesa *trešais posms*: jaunu produktu sagatavošana un attīstīšana. Latvijas kuģu būves nozares uzņēmumos tehnoloģisko procesu integrētā mehanizācija un automatizācija galvenokārt tiek veikta, izmantojot universālas iekārtas un ierīces, kuras nepieciešams pareizi konfigurēt. Jaunu ražošanas procesu attīstīšana šādos apstākļos vienmēr būs saistīta ar būtiskiem riskiem. Tādēļ, pēc nozares ekspertu domām, riska pakāpe ir 0,35. Tieši trešajā posmā (2.8. attēls) inovācijas procesā ir visaugstākais risks. Tas ir saistīts ar to, ka jaunu produktu ražošanas procesa izstrādes laikā tiek identificēti inovāciju projekta trūkumi, kas iepriekšējos posmos nav pamanīti un novērsti. Ņemot vērā Latvijas kuģu būves nozares produkcijas viengabalainību un neliela apjoma raksturu, ļoti svarīga ir uzņēmuma darbinieku kvalifikācija.

Komerčiālās ražošanas uzsākšanas stadijā – inovāciju procesa *ceturtajā posmā* – jāsakārto mārketinga taktikas jautājumi (2.8. attēls). Šajā stadijā ir precizējama uzņēmumu tirgus stratēģija: tirgus vide, uzņēmuma konkurences priekšrocības, līdzīgu konkurentu produktu analīze, cenu korekcija utt. Saskaņā ar Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozares speciālistu viedokli riska pakāpe nozarē ceturtajā inovācijas procesa posmā nepārsniedz 0,2.

Atbilstoši jaunajai risku pārvaldības, vadības paradigmai uzņēmumi sāk izmantot integrēto, nevis sadrumstaloto riska pieeju. Visu darbu ar riskiem koordinē un kontrolē uzņēmuma augstākā vadība.

Pētījumā tika noteikti un analizēti tikai šādi galvenie riski.⁷⁰

1. Politiskie riski: dažādas ekonomiskās sankcijas; nemieri, teroristu uzbrukumi valstīs, kurās ir pasūtītāju uzņēmumi (klienti). Riska pakāpe (nevēlamu rezultātu varbūtība) ir 0,3–0,4.
2. Sociālie riski: iespējams darbinieku streiks kādā konkrētā uzņēmumā vai solidaritāte ar citām organizācijām. Riska apjoms ir 0,05–0,1.
3. Komerčiālie riski: klientu atteikums no jau gataviem produktiem un maksas par visu veikto darbu. Riska apjoms ir 0,05–0,1.
4. Finanšu riski: dažādu iemeslu dēļ daļējs vai pilnīgs klientu atteikums laikā samaksāt par paveikto darbu; valūtas riski, kas saistīti ar valūtas maiņas kursu izmaiņām. Riska apjoms ir 0,4–0,5.
5. Produkcijas riski: nespēja izpildīt pasūtījumu laikā dažādu iemeslu dēļ (projekta dokumentācija nav gatava, izejvielas netiek saņemtas nepieciešamā termiņā, speciālistu trūkums utt.). Riska apjoms ir 0,2–0,3.
6. Jauninājumu riski: dažādu iemeslu dēļ atteikšanās veikt uzsāktos projektus (naudas trūkums, piegādātāju neveiksmes, atklāti defekti jaunajās iekārtās utt.). Šajā riska grupā tiek ņemts vērā, ka inovācijas vienmēr ir saistītas ar 15–20% lielāku risku (Fathutdinov 2000). Riska apjoms ir 0,3–0,35.
7. Tehniskie riski: tehnoloģiju pārkāpumi, defekti, drošības noteikumu neievērošana, tehnoloģiskie negadījumi, laika apstākļu ietekme (zema gaisa temperatūra). Riska apjoms ir 0,05–0,1.
8. Transportēšanas riski: transportēšanas, pārvadāšanas aizkavēšanās, kravas nozaudēšanas vai zādzības rezultātā radušies zaudējumi utt. Riska apjoms ir 0,1–0,2.

⁶⁹ Krugman P., Obstfeld M. International Economics: Theory and Policy. Prentice Hall, USA, 2008

⁷⁰ Aliev B., Kochetkov Yu. Risks in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. VADYBA, Journal of Management, vol.28, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2016, p. 9–13. ISSN 1648-7974.

9. Ekoloģiskie riski: tehnogēnie negadījumi; degvielas, smērvielu noplūde utt. Riska apjoms ir 0,1–0,15.
10. Likumdošanas izmaiņu riski: izmaiņas nodokļu sistēmā var samazināt uzņēmumu konkurētspēju, novest pie tiešiem finansiāliem zaudējumiem. Riska apjoms ir 0,1, tehnogēnie negadījumi 0,2.

Pēc galveno risku un to lieluma noteikšanas tika veikts risku vērtējums, atkarībā no iespējamā kaitējuma apjoma. Balstoties uz novērtējuma rezultātiem, autors izveidoja risku matricu, kurā riski tika klasificēti atbilstoši to rašanās varbūtībai un smagumam, t.i., iespējamo bojājumu apjomam. Lai izveidotu matricu, autors izmantoja 6 punktu empīrisku risku varbūtības skalu un to rangs, kā arī 6 punktu iespējamo bojājumu smaguma pakāpi. Saskaņā ar klasifikācijas rezultātiem matricas šūnas parāda riska skaitļus no konkrētā saraksta (2.5. tabula). Novērtējums rāda, ka potenciālo zaudējumu lielākais (katastrofālais) apmērs ir raksturīgs komerciālajiem riskiem (3) un riskiem, kas saistīti ar tiesību aktu izmaiņām (10). Tomēr šo risku apjoms attiecīgi ir ļoti mazs. Risku apjoma dēļ visnopietnākie riski ir finanšu riski (4) – "liels risks" un politiskie riski (1), kā arī inovāciju riski (6) – "vidējie riski". Pēc smaguma vairākums risku attiecas uz "mazu" un "ļoti mazu risku" grupu un to iespējamais kaitējums nav lielāks par vidējo.

2.5. tabula. **Risku matrica kuģu būves un kuģu remonta nozarē Latvijā (pēc autora aprēķiniem)**

Nr.	Nevēlamu iznākumu varbūtība	Riska novērtējums	Iespējamo kaitējumu apjoms					
			Niecīgs	Mazs	Vidējais	Liels	Ļoti nozīmīgs	Katastrofāls
			a	b	c	d	e	f
1	0,0 – 0,1	Ļoti mazs		2; 7				3
2	>0,1 – 0,3	Mazs	9	8	5			10
3	>0,3 – 0,4	Vidējais				6	1	
4	>0,4 – 0,6	Liels					4	
5	>0,6 – 0,8	Maksimāli pieļaujamais						
6	>0,8 – 1,0	Kritisks						

Balstoties uz veiksmīgu pasaules uzņēmumu pieredzi, ir iespējams noteikt, ka, izmantojot risku matricu, inovāciju (6) un komerciālo risku (3) risks ir tā sauktajā tolerances zonā – tā ir diagonāle risku matricā, kas virzās no rūtiņas a6 uz rūtiņu f1 (2.5. tabula).⁷¹ Riska tolerance vai riska līmenis ir jēdziens, kas saistīts ar cilvēkiem, lēmumu pieņemšanu un

⁷¹ Aliev B., Kochetkov Yu. Risks in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. VADYBA, Journal of Management, vol.28, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2016, p. 9–13. ISSN 1648-7974.

raksturo risku smagumu, ko uzņēmuma vadība spēj vadīt un veiksmīgi optimizēt. Šie riski uzņēmumam ir vispiemērotākie; šo risku gadījumā peļņa būs iespējami lielāka, ņemot vērā noteiktos apstākļus. Vēlme iegūt vēl lielāku peļņu palielinās riskus tādā apmērā, kāds nav pieņemams uzņēmuma vadībai vai nav tai pa spēkam optimizēt.

Risku optimizācija ārpus tolerances zonas ir jāveic šādi: no visbīstamāko kritisko risku zonas, kas var novest pie ievērojamiem uzņēmuma zaudējumiem un ir koncentrēta matricas stūra rūtiņā f6 un ap to, ir jāpārvietojas uz tolerances zonu otrās diagonāles risku matricas a1–F6 virzienā. No ļoti mazu risku zonas un neliela iespējamā kaitējuma, kas ir ap risku matricas šūnu a1, optimizācijas nolūkos ir jāpārvietojas tajā pašā virzienā uz diagonāli a1–f6, kas tuvojas tolerances zonai.

Katram konkrētajam kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumam Latvijā riska optimizācijas process, protams, būs atkarīgs no esošajiem apstākļiem un uzņēmuma augstākās vadības riska “apetītes”. Starp iepriekš minētajiem bīstamajiem riskiem ir jāuzsver ārējie riski, kas saistīti ar tiesību aktu izmaiņām, jo Latvijā šīs pārmaiņas notiek ļoti bieži, un tās pastāvīgi jāuzrauga. Komercdarbības un finanšu riskiem, darbam ar klientiem, kā arī politiskiem riskiem ir jāvelta pastāvīga uzmanība. Šie riski rūpīgi jāuzrauga, pirmkārt, mārketinga nodaļas darbiniekiem.

3. KUĢU UN LAIVU BŪVES KONKURĒTSPĒJAS UZLABOŠANAS VEIDI

Sekmīgai reģionālās ekonomikas attīstībai ir nepieciešams, lai uzņēmumi, kas darbojas reģiona nozarēs, tostarp kuģu būve un remonts, veiksmīgi darbojas pasaules tirgos. Šim nolūkam ir jāražo augsto tehnoloģiju produkti, kas būs pieprasīti starptautiskos tirgos un veiksmīgi konkurēs ar līdzīgiem produktiem no citām valstīm un reģioniem. Viens no galvenajiem nosacījumiem, lai nodrošinātu konkurences priekšrocības uzņēmumiem, kas darbojas reģiona nozarēs, ir efektīva investīciju un inovāciju aktivitāte un zinātnes un tehnikas sasniegumu ieviešana ražošanā (Porter, 1998).⁷² Šie procesi Latvijā ir pakļauti daudzu faktoru ietekmei un ir atkarīgi no vairākiem apstākļiem.

Konkurence kuģu būves un kuģu remonta jomā notiek gan starptautiskā līmenī starp atsevišķām valstīm, gan globālā mērogā. Saistībā ar intensitāti kuģu būves uzņēmumu konkurenci var raksturot kā diezgan sarežģītu, kas raksturīga globalizācijas apstākļos, kad konkurenti cits citu var izstumt no tirgus, pārņemt vai iznīcināt konkurentu biznesu. Uzņēmumu konkurence var būt jebkurā formā, piemēram, var būt objektīva, ja pastāv un konkurē līdzīgi produkti (aizvietojošās preces konkurē). Pasaules kuģu būves un kuģu remonta jomā tiek izmantotas dažādas konkurences metodes. Daži uzņēmumi vērš agresīvus, stingrus mērus pret saviem konkurentiem, izdara spiedienu uz piegādātājiem, bankām, lai ar tiem nesadarbojas. Piemēram, Latvijā, tāpat kā citās valstīs, uzņēmumi bieži aizvilkina no konkurentiem augsti kvalificētus profesionāļus.

Jauninājumi ir, jebkurā jomā, fundamentālo vai lietišķo pētījumu, tehnoloģiskās attīstības vai eksperimentālo darbu rezultāts, lai uzlabotu ražošanas efektivitāti. Jauninājumu attīstībai ir nepieciešami finanšu ieguldījumi. Jauninājums ir jāievieš un jāpārvērš inovācijā, lai atmaksātos ieguldījumi un tiktu panākts pozitīvs efekts, augstāki darbības rādītāji.

Tipiski jauninājumu un inovāciju ieviešanas iemesli, kas var nodrošināt uzņēmuma un nozares kā konkurences priekšrocības, ir šādi: pirmkārt, tās ir jaunas tehnoloģijas, kas nodrošina stratēģiski nozīmīgas inovācijas. Tad var radīt uzlabotus augstas kvalitātes produktus ar jaunām īpašībām, ko pieprasa lietotāji. Tas var būt arī jauns galaprodukcijas tirdzniecības un apkalpošanas veids. Vēl viens svarīgs inovācijas iemesls ir augstākas un jauna veida klientu prasības, kas mudina nozares uzņēmumus ieviest jauninājumus, lai

⁷² Porter M. The Competitive Advantage of Nations. The Free Press. New York, 1990.

apmierinātu šīs patērētāju vēlmes. Jaunas nozares vai ražošanas virziena radīšana arī rada konkurences priekšrocības.

Autors apskata konkurences priekšrocību teoriju, kas pamatojas uz vērtības jēdzienu.⁷³ Vērtība attiecas uz konkrētu faktoru vai funkciju, kas raksturīga nozarei un kas nodrošina tās pārākumu salīdzinājumā ar konkurentiem tirgos. Vērtības var būt ļoti atšķirīgas un klasificētas pēc vairākām funkcijām. Piemēram, vērtības atšķiras pēc veida: materiālās, nemateriālās, finansiālās, politiskās utt. Vērtības tiek iedalītas primārajās (augsti kvalificēts personāls, radikāli jauninājumi, datorizēta dizaina un ražošanas vadības sistēma utt.) un sekundārajās (lēti darbaspēka resursi, riskanti jauninājumi utt.) kategorijās. Vērtību var attiecināt gandrīz uz jebkuru pozīciju, kas dod nozarei konkurences priekšrocības. Katrai vērtībai ir savas iezīmes un ietekme uz konkurētspēju.

3.1. Latvijas kuģu un laivu būves konkurētspēju ietekmējošo faktoru sistēmas ilgtspējas novērtējums

Saskaņā ar autora piedāvāto modeli iepriekš tika veikta Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozares konkurētspēju ietekmējošo faktoru attiecību sistēmas analīze (skat. 1. nodaļu). Galveno faktoru savstarpējās attiecību sistēmas piedāvātā kognitīvā karte ļauj novērtēt inovāciju ietekmi uz uzņēmumu konkurētspēju nozarē.

Pārskatītie digrāfi A un B, kuros aprakstīta ietekme uz kuģu būves nozares faktoru sistēmas konkurētspēju (1.2. attēls), ir pārbaudīti attiecībā uz absolūto stabilitāti un impulsu stabilitāti. Šim nolūkam tika analizētas šo digrāfu blakusparādības matricas. Piemēram, 3.1. attēlā parādīta digrāfa A blakusparādības matrica. Iezīmētā grāfa blakusparādības matrica ir formā $A = (\alpha_{ij})$, kur

$$(\alpha_{ij}) = \begin{cases} +1, & \text{ja mala } (i, j) \text{ ir pozitīva,} \\ -1, & \text{ja mala } (i, j) \text{ ir negatīva,} \\ 0, & \text{ja malas } (i, j) \text{ nav.} \end{cases}$$

Grafiskās stabilitātes trūkums nozīmē, ka aplūkotā faktoru sistēmā negatīvie procesi var rasties un pat pastiprināties, kas, piemēram, var mazināt inovācijas potenciālu un nozares konkurētspēju. Dotajai analīzei veikts digrāfu blakusparādības matricu pašu vērtējuma aprēķins (3.1. tabula). Digrāfa A blakusparādību matricas raksturīgais polinoms ir šāds:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda E) = \alpha_{11} \cdot \lambda^{11} + \alpha_{10} \cdot \lambda^{10} + \dots + \alpha_1 \cdot \lambda^1 + \alpha_0 \cdot \lambda^0,$$

kur $\det$ – matricas determinants;

E – atbilstīgā vienības kvadrāta matrica;

α_i – raksturīgā polinoma koeficienti pie saknēm λ_i .

Parametri λ_i ir matricas A saknes un īpašās vērtības tikai tad, ja tās atbilst vienādībai:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda \cdot E) = 0.$$

3.1. tabula. **Digrāfu raksturojums, ņemot vērā (A diagramma) un neņemot vērā (B diagramma) politisko spriedzi sabiedrībā (autora aprēķins)**

Nr.	Grāfs	Līdzsvara pakāpe b	Digrāfu blakusparādību matricu īpašās vērtības
1	A	0.776	0;0;0; 0; 0; 0; 1,135; 0,451+1,002i; -0,778; 0,451-1,002i; -0,629+0,736i; -0,629-0,736i.
2	B	1.00	0; 0; 0; 0; 0; 0; 1,135; 0,451+1,002i; -0,778; 0,451-1,002i; -0,629-0,736i; -0,629+0,736i.

⁷³ Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент. Издательство «ДЕЛЮ». Москва. 2001 (in Russian).

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

3.1. attēls. Digrāfa A blakusparādības matrica, kurā ir visi būtiskie faktori, kas ietekmē Latvijas kuģu būves nozares konkurētspēju (autora aprēķini).

Digrāfu A un B tuvuma matricu īpašo vērtību aprēķina rezultāti (skat. 3.1. tabulu) rāda, ka abiem digrāfiem ir savi īpašie vērtējumi, kas pārsniedz vienību moduli. Saskaņā ar grāfu teoriju, šajā gadījumā gan digrāfs un to attiecīgās faktoru sistēmas ir pilnīgas un impulss ir nestabils.⁷⁴ Sākotnējais impulss jebkurā digrāfa virsotnē var izraisīt lielākus impulsus citās virsotnēs un novest pie nevēlamām sekām – samazināt nozares konkurētspēju. Piemēram, ja valstij ir augsti kvalificētu speciālistu trūkums (digrāfa virsotne u_9), ja konkurenti “nozags” (u_5) pat vienu labu darbinieku, tas var radīt nopietnas sekas: komandas darbs tiks pārtraukts (u_{10}) attiecībā uz jaunu iekārtu vai tehnoloģiju attīstību, kā arī palēnināsies pētniecība un attīstība (u_{11}) utt. Tas nelabvēlīgi ietekmēs inovāciju potenciālu, uzņēmumu konkurētspēju un nozari kopumā (u_1).

3.1.1. Kuģu un laivu būves konkurētspējas prognozes

Lai atrisinātu problēmu par sistēmas uzvedības prognozēm, ko raksturo digrāfs A, modeļa padziļināta analīze tika veikta, pētot impulsu procesus sistēmā. Pulss attiecas uz pozitīvu vai negatīvu vienības ievadi uz digrāfa virsotnēm, piemēram, līdzekļu iedalīšana dažiem jauninājumiem. Pētījumu laikā tika izmantotas impulsu procesu teorijas. Ja ir digrāfs ar blakusparādības matricu A, vienkāršam impulsa procesam digrāfs ar sākotnējo virsotni u_i var ierakstīt šādu vienādojumu:⁷⁴

$$p_j(t) = \left\{ \text{elements } i, j \text{ matricas } A^t \right\}$$

$$v_j(t) = v_j(\text{ref.}) + \text{elements } i, j \text{ matricā } E + A + A^2 + A^3 + \dots + A^t,$$

kur $p_j(t)$ – numurs, kas izsaka izmaiņas u_j laikā t (pulss);

$v_j(t)$ – vērtība, ja digrāfa virsotne u_j (parametra norādītā virsotne) diskrētos laika punktos $t = 0, 1, 2, \dots$;

$v_j(\text{ref.})$ – virsotnes atsauces vērtība (pieņemts, ka tā ir nulle).

Veidojot vektoru vienkāršam autonomam impulsa procesam ar sākotnējo virsotni u_i , teorēma ir rakstīta īsā formā:

⁷⁴ Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

$$P(t) = P(0) * A^t,$$

kur $P(t)$ – impulsa vektors.

Automātiskā impulsa procesa analīzē digrāfs nosaka sākotnējo impulsu koeficientu sadalījumu sistēmā un izmaiņas, kas saistītas ar virsotņu parametriem. Izmantojot digrāfu A (1.2. attēls.) sākotnējo blakusparādību matricu, tika aprēķinātas virsotņu A (3.2. tabula) prognozētās vērtības.⁷⁵

Sākotnējais vienības impulss ir ieviesis pārmaiņas visās digrāfa virsotnēs (3.2. tabulas kreisā kolonna); aprēķins veikts 10 laika periodos ($t = 10$). Tabulas pirmajā rindā ir sistēmas faktoru virsotnes, un tabulas predikāts atspoguļo attiecīgo virsotņu vērtības pēc 10 laika periodiem. Vislielākā negatīvā ietekme uz nozares stāvokli un tās konkurētspēju (u_1) izpaužas, ieviešot sākotnējo impulsu virsotnei u_5 (konkurentu darbība). Pēc 10 periodiem konkurence (u_1) samazinās (zīme "mīnus") par 9 vienībām, inovācijas (u_2) samazinās par 11 vienībām, inovāciju potenciāls (u_6) samazinās visvairāk – par 14 vienībām. Nozares ieņēmumi (u_4) arī samazinās par 7 vienībām, un līdz ar to inovācijas finanšu resursi (u_7) – par 6 vienībām.

3.2. tabula. Sistēmas digrāfu virsotņu prognozes pie $t = 10$. Kreisā kolonna – virsotnes $u_1, u_2, \dots, u_{12}$, kurām sākotnēji tika ieviests vienības impulss (autora aprēķini)

	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9	U_{10}	U_{11}	U_{12}
U_1	4	5	0	3	0	6	3	0	0	0	3	0
U_2	3	4	0	3	0	5	3	0	0	0	3	0
U_3	3	3	1	3	0	3	3	0	0	0	2	0
U_4	5	6	0	4	0	6	3	0	0	0	3	0
U_5	-9	-11	0	-7	1	-14	-6	0	-1	-1	-7	0
U_6	3	3	0	3	0	4	3	0	0	0	2	0
U_7	6	6	0	5	0	6	4	0	0	0	3	0
U_8	5	6	0	3	0	6	3	1	0	0	3	0
U_9	8	9	0	6	0	9	4	0	1	1	4	0
U_{10}	6	6	0	5	0	6	3	0	0	1	3	0
U_{11}	3	3	0	3	0	3	2	0	0	0	2	0
U_{12}	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	1

Politiskā spriedze sabiedrībā (u_{12}) atstāj nenožīmīgu negatīvu efektu; tas ietekmē tikai iespējamo valsts palīdzības samazinājumu (u_8). Vislielākā pozitīvā ietekme (zīme "plus") par nozares konkurētspēju (u_1), inovāciju (u_2) un inovācijas potenciālu (u_6) tiek sasniegta, ieviešot impulsu virsotnei u_9 – ļoti kvalificētu un motivētu speciālistu esamība: attiecīgo virsotņu vērtības pieaug par 8–9 vienībām. Nozares ieņēmumi (u_4) palielinās par 6 vienībām un finanšu resursiem (u_7) – par 4 vienībām.

Viena impulsa ieviešanai uz virsotnēm u_3 (rūpniecības uzņēmumu sadarbība) un u_{11} (mūsdienīgu iekārtu un tehnoloģiju ieviešana) ir gandrīz vienādi pozitīva ietekme uz konkurētspēju u_1 – par 3 vienībām, inovācijām u_2 – par 3 vienībām, ienākumiem u_4 – par 3 vienībām, finanšu resursiem u_7 – 2 (3) vienības un inovācijas potenciālu u_6 – par 3 vienībām. Valsts atbalsts u_8 ievērojami palielina inovāciju potenciālu u_6 – par 6 vienībām; līdz ar to inovāciju u_2 – par 6 vienībām un nozares konkurētspēju u_1 – par 5 vienībām. Ļoti būtisks ieguldījums nozares konkurētspējas uzlabošanā tiek panākts, ieviešot vienības impulsu virsotnei u_{10} – komandas radošā gaisotne: inovācijas (u_6); inovāciju (u_2) un konkurētspējas

⁷⁵ Kochetkov Yu., Aliev B. Improving the competitiveness of Latvia's shipbuilding as a basis of strategy for the successful development of the industry in the context of globalization. "Sabiedrība un kultūra", rakstu krājums No. XVIII, Liepājas Universitāte, Liepāja, 2016, 269–280 lpp. ISSN 1407- 6918.

(u₁) potenciāls palielinās par 6 vienībām katrā pozīcijā. Nozares ieņēmumi (u₄) palielinās par 5 vienībām un līdz ar to arī finanšu resursi (u₇) – par 3 vienībām.

3.2. Nozares uzņēmumu galveno problēmu ekspertīze

Dažādu reģionālās ekonomikas nozaru uzņēmumi darbojas vienā un tajā pašā tiesiskajā vidē. Tomēr pat vienas ekonomikas nozares uzņēmumi, kas atrodas vairāk vai mazāk līdzīgos apstākļos, saskaras ar dažādiem grūtību līmeņiem, problēmām, kas saistītas ar ienākšanu pasaules tirgos un pozīciju saglabāšanu tajās.⁷⁶ Tādēļ autors uzskata, ka ir svarīgi identificēt problēmas, kas ir kopīgas lielākajai daļai Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumu, un inovāciju procesu īpatnību, un ņemt tās vērā, formulējot ieteikumus konkurētspējas uzlabošanai uzņēmumos.

Lai saglabātu sekmīgu darbību mūsdienu biznesa apstākļos, kuģu būves uzņēmumiem gan Latvijā, gan ārzemēs vajadzētu pastāvīgi uzlabot savus produktus un paaugstināt to kvalitāti. Tas nozīmē ieviest uzlabotus materiālus kuģiem, ražošanas un remonta tehnoloģijas, datortehniku, mūsdienu modeļus utt.

Diemžēl Latvija ir viena no pēdējām vietām ES pētījumu rezultātu pārneses uz ražošanu un inovāciju jomā: inovatīvu uzņēmumu skaits ir nepietiekams, tikai nedaudz vairāk par 20%. ES vidēji novatoriski uzņēmumi un rūpniecības nozares veido vairāk nekā 50%. Autors uzskata, ka kuģu būves un kuģu remonta nozarei Latvijā ir jābūt zināšanu balstītas ekonomikas nozīmīgai daļai un jāklūst par vienu no galvenajiem līderiem Latvijas pārejā uz zināšanu un augsto tehnoloģiju ekonomiku; tai jābūt vērtīgam nišas tirgum Baltijas jūras reģionā, kvalitatīvi apmierinot klientu vajadzības globālā mērogā un nodrošinot nozares darbinieku labklājību. Nozares konkurējošo stratēģiju izvēle, t.i., tās dibinātāju uzņēmumu darbības sistēma, tiek veikta atkarībā no šo uzņēmumu lomas un informatīvajām funkcijām.⁷⁷ Atkarībā no lomu funkcijas lielie uzņēmumi kuģu būves nozarē var tikt kvalificēti kā kandidētāji uz vadošo lomu. Viņi ieņem aptuveni 30% tirgus daļas Baltijas jūras reģionā un savā nišā cenšas panākt monopolstāvokli, specializējas noteiktos nišas produktos un tirgus segmentos. Piemēram, nesēn Latvijā ir dibināts uzņēmums, kas nodarbojas ar vidēja izmēra jahtu būvniecību salīdzinoši turīgiem klientiem.

Latvijas kuģubūves nozares inovatīvās attīstības nepieciešamību atzīst visi nozares vadošie speciālisti.⁷⁸ Vienlaikus pētījums parāda, ka pastāv viedokļu dažādība un nevienprātīga attieksme pret novatoriskās attīstības stratēģiskajām prioritātēm. Ņemot vērā nozares uzņēmumu ierobežotos finanšu resursus un valsts struktūru nelielo palīdzību un atbalstu veiksmīgai darbībai globālās konkurences kontekstā, nepieciešams izveidot vienotu Latvijas kuģu būves nozares inovatīvās attīstības politiku. Tas palīdzēs koordinēt nozares uzņēmumu sadarbību inovāciju ziņā, izmantot Japānas sadarbības pieredzi, izveidot konstruktīvu dialogu ar valsts institūcijām sniedzot praktiskai palīdzībai nozares uzņēmumiem. Kā piemēru var minēt nozares speciālistu sagatavošanu un izglītību valsts izglītības iestādēs.

⁷⁶ Aliev B. “Перспективы и проблемы развития отрасли судостроения и судоремонта Латвии”. Сборник V научной международной конференции молодых ученых в BSA, 14–15 мая 2015г., с. 83–88. ISBN 978-9984-47-102-0 (in Russian).

⁷⁷ Aliev, B., Kochetkov, Yu., “Strategies of Latvian enterprises in international competition”. The 16th International Scientific Conference “Information Technologies and Management” 2018. Theses of paper. April 26–27, Riga, 2018. ISMA University, p. 129–131. ISSN 1691-2489.

⁷⁸ Aliev, B., Kochetkov, Yu., Nedelev K. Innovative processes in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. VADYBA, Journal of Management, vol.30, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipėda, 2017, p. 111–116. ISSN 1648-7974.

Ir daudz lēmumu pieņemšanas teoriju, sākot ar labi pazīstamo Neimana un Morgenšterna teoriju, kuras pamatā ir balstīšanās uz lietderīguma principa izmantošanu.⁷⁹ Tomēr praksē šo teoriju bieži nepierāda^{80,81} un tādēļ tā nav izmantota šajā pētījumā. Ņemot vērā to, ka ekspertu atzinumi par prioritātēm kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumu inovatīvās attīstības virzienos ir ļoti atšķirīgi, kā arī ir neskaidrības saistībā ar informatīvo lauku, analīzes veikšanai un ieteikumu formulēšanai pētījumā izmantota ekspertu novērtēšanas metode. Tas samazina risku pieņemt nepareizus lēmumus. Ekspertu novērtēšanas metode ļauj kompetentu ekspertu grupai novērtēt izpētīto parādību un procesu raksturlielumus, lai šo novērtējumu ņemtu vērā optimālos ieteikumos tālākam darbam. Ekspertu grupā iekļauti nozares vadošo uzņēmumu galvenie speciālisti un Latvijas augstskolu (RTU, BSA) profesori; kopumā 12 eksperti.

Aptaujas rezultātā tika identificēti seši galvenie nozares uzņēmumu inovatīvās attīstības virzieni (3.3. tabula). Katram ekspertam tika lūgts novērtēt inovatīvās attīstības virzienus, ņemot vērā pēc iespējas lielāku faktoru skaitu: finansējuma pieejamība, valdības palīdzība, ekonomiskā dzīvotspēja, sociālā ietekme, ekoloģija utt. Eksperti ir novērtējuši inovatīvās attīstības virzienus, izmantojot universālu kvantitatīvās novērtēšanas skalu [1, 10]: 1 – vissliktākais vērtējums (viszemākā prioritāte), 10 – vislabākais vērtējums (visaugstākā prioritāte). Ekspertu aptaujas rezultāti ir parādīti 3.3. tabulā. Aptauja veikta anonīmi; eksperti ir atbildējuši uz jautājumiem, savstarpēji neapspriežoties, lai novērstu savstarpējo ietekmi uz rezultātiem.

3.3. tabula. Ekspertu aptaujas rezultāti (aprēķinājis autors)

Apzīmējums	Inovatīvās attīstības virzieni	Ekspertu novērtējumi											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Jaunu dizainu kuģu būve: dzīvu zivju transportēšanai, katamarāni u.c.	7	4	6	10	6	10	5	6	6	5	9	6
B	Modernu materiālu un tehnoloģiju ieviešana	8	6	5	8,5	7	9	7	5	5	6	8	5
C	Darbinieku prasmju attīstīšana	10	10	9	10	10	10	10	9	10	10	9	10
D	Tirdzniecības sistēmas pilnveidošana	9	9	7	8	8	9	9	10	7	8	9,5	9
E	Jaunu ražošanas iekārtu celtniecība un esošo remonts	6	5	8	8	4	10	8	7	8	8	7	8
F	Modernu iekārtu ieviešana	5	8	4	10	9	8	6	4	4	9	8	7

Ekspertu aptaujas rezultātā iegūtie novērtējumi liecina par pietiekami lielām viedokļu atšķirībām, kas nenoteiktības dēļ apgrūtina konsolidētu secinājumu un ieteikumu radīšanu.

⁷⁹ Neumann J., Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behaviour. Princeton University Press. 2007.

⁸⁰ McCardle K. F., Winkler R. Repeated Gambles, Learning and Risk Aversion. Management Science, vol. 38 (6). 1992.

⁸¹ Bunge M. Treatise on Basic Philosophy. Epistemology and Methodology, vol. 7(3). Philosophy of Science and Technology. Part II: Life Science, Social Science and Technology. D. Reidel Publishing Company: Boston. 1985.

Varbūtības teorija neatbilst cilvēka domāšanas subjektīvām kategorijām, un šajā situācijā tā nav piemērojama. Izplūdušo komplektu / kopu teorija ļauj novērtēt izplūdušu koncepciju un informāciju, veicot attiecīgos aprēķinus un izdarot derīgus secinājumus.⁸² Izplūdušā loģika ir daudz tuvāka cilvēka domāšanai nekā tradicionālā loģika. Tas ļauj veiksmīgi izmantot to vadībā, lai pieņemtu pamatotus lēmumus.

Pētījuma ietvaros autors ir veicis vairāku kritēriju novērtējumu un alternatīvu analīzi gadījumam, kad kritēriju novērtēšana tiek noteikta kā kritēriju definēto jēdzienu alternatīvu apstiprinājuma pakāpe. Konvekcijas (savijuma) operācija ir izmantota, pamatojoties uz izplūdušo komplektu / kopu krustojumu.⁸³ Ja ir m alternatīvu komplekts / kopa $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m)$, kritērijs C var tikt uzskatīts par izplūdušo kopu /komplektu:⁸⁴

$$\tilde{C} = \sum_{i=1}^m \frac{\mu_C(\alpha_i)}{\alpha_i},$$

kur $\mu_C(\alpha_i) \in [0,1]$ – alternatīvu α_i novērtējums pēc C kritērija, kurā aprakstīts kritērija definētā jēdziena alternatīvas apstiprinājuma pakāpe; $i=1, 2, \dots, 12$; Σ ir pāru $\mu_C(\alpha_i)$ un α_i summa.

No n kritērijiem tiek pieņemts, ka vislabākā alternatīva ir tā, kas atbilst visiem kritērijiem $C_1, C_2, \dots, C_n$. Labākās alternatīvas izvēle ir kā atbilstošo izplūdušo komplektu / kopu krustojums:

$$D = C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n$$

Fizikālo kopu krustošanās sniegtā darbība atbilst minimālajām aktivitātēm, kas tiek piemērotas to dalībnieku funkcijām:

$$\mu_D(\alpha_j) = \min \mu_{C_i}(\alpha_j), i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$$

Tiek pieņemts, ka labākā alternatīva ir α^* , kurai ir maksimālā dalības funkcijas vērtība.^{85,86}

$$\mu_D(\alpha^*) = \max \mu_D(\alpha_j), j = \overline{1, m}$$

Fizikālo grupu dalības funkciju uzbūve tika veikta, izmantojot pāra salīdzinājumu metodi, kura balstīta uz novērtēšanas matricu apstrādi, kas atspoguļo eksperta viedokli par šī komplekta formalizēto kompleksā elementa īpašības izteiksmi.^{87,88} Lai noteiktu aplēšu matricas, kvalitatīvi novērtējot nozīmi no "1" (vienāda nozīme) līdz "9" (ārkārtēja nozīme), tika izmantota īpaša skala, ļaujot n elementu kopumam būt $X = \{x\}$. Tiek pieņemts, ka elementa x_i novērtējums, salīdzinot ar elementu x_j īpašības S izteiksmē, ir α_{ij} . Lai nodrošinātu atbilstību, tiek pieņemts, ka $\alpha_{ij} = 1 / \alpha_{ji}$. Vērtējumi α_{ij} formē matricu $A = \|\alpha_{ij}\|$. Vienādojuma atrisināšana $Aw = \lambda w$, kur λ – ir matricas A īpašā vērtība, tiek atrasts matricas īpašais vektors: $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$. Aprēķinātās w_i vērtības, kas veido īpašo vektoru w , tiek uzskatītas par elementu x apstiprinājuma pakāpi, lai iestatītu S :

$$\mu_s(x_i) = \omega_i, \quad i = \overline{1, n}$$

⁸² Kaufmann A. Introduction a la théorie des sous-ensembles flous (Fuzzy Sets Theory). Masson: Paris - New York – Milan. 1977.

⁸³ Bellman R., Zadeh L. Decision making in a fuzzy environment. Questions of analysis and procedures of decision making. Mir: Moscow, 1976 (in Russian).

⁸⁴ Borisov A., Krumberg O., Fedorov I. Decision making on the basis of fuzzy models. Zinātne: Rīga, 1990 (in Russian).

⁸⁵ Yager R. R. Multicriteria decisions with soft information: an application of fuzzy set and possibility theory. Fuzzy Mathematics. Pt 1, 2(2), 21-28; Pt 2, 2 (3), 7–16. 1982.

⁸⁶ Borisov A., Krumberg O. Possibility theory for decision making. Fuzzy Sets Systems, vol. 9 (1), 13–24. 1983.

⁸⁷ Saaty T. L. Measuring the Fuzziness of Sets. Cybernetics, vol. 4 (4), 53–61. 1974.

⁸⁸ Saaty T. L. Interaction in hierarchic systems. Technical cybernetics, vol. 1, 68–84. Moscow (in Russian). 1979.

Piemēram, eksperta Nr.3 apvienoto atbilžu salīdzināšanas matrica A_3 , pamatojoties uz aplēses svarīguma skalu, ir šāda: ^{89,90}

$$A_3 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 5 & 7 & 9 \\ 0.33 & 1 & 2 & 3 & 5 & 8 \\ 0.25 & 0.5 & 1 & 2 & 4 & 7 \\ 0.2 & 0.33 & 0.5 & 1 & 2 & 5 \\ 0.14 & 0.2 & 0.25 & 0.5 & 1 & 2 \\ 0.11 & 0.12 & 0.14 & 0.2 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}$$

Aprēķinu rezultātā tiek iegūti matricas A_3 īpašās vērtības: $\lambda_1 = 6.177$; $\lambda_2 = -4.781 \cdot 10^{-4} + 1.084i$; $\lambda_3 = -4.781 \cdot 10^{-4} - 1.084i$; $\lambda_4 = -0.064$; $\lambda_5 = -0.056 + 0.129i$; $\lambda_6 = -0.056 - 0.129i$, kur $\lambda_{\max} = \lambda_1 = 6.177$.

Tad nepieciešams atrast matricas A_3 īpašo vektoru, pamatojoties uz vienādojumu:

$$\begin{pmatrix} 1 - 6.177 & 3 & 4 & 5 & 7 & 9 \\ 0.33 & 1 - 6.177 & 2 & 3 & 5 & 8 \\ 0.25 & 0.5 & 1 - 6.177 & 2 & 4 & 7 \\ 0.2 & 0.33 & 0.5 & 1 - 6.177 & 2 & 5 \\ 0.14 & 0.2 & 0.25 & 0.5 & 1 - 6.177 & 2 \\ 0.11 & 0.12 & 0.14 & 0.2 & 0.5 & 1 - 6.177 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \\ \omega_5 \\ \omega_6 \end{pmatrix} = 0$$

Autors apskata normalizācijas prasības ieviešanu:
 $\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6 = 1$. Tiek iegūta vienādojumu sistēma:

$$\begin{aligned} -5.177\omega_1 + 3\omega_2 + 4\omega_3 + 5\omega_4 + 7\omega_5 + 9\omega_6 &= 0 \\ 0.33\omega_1 - 5.177\omega_2 + 2\omega_3 + 3\omega_4 + 5\omega_5 + 8\omega_6 &= 0 \\ 0.25\omega_1 + 0.5\omega_2 - 5.177\omega_3 + 2\omega_4 + 4\omega_5 + 7\omega_6 &= 0 \\ 0.2\omega_1 + 0.33\omega_2 + 0.5\omega_3 - 5.177\omega_4 + 2\omega_5 + 5\omega_6 &= 0 \\ 0.14\omega_1 + 0.2\omega_2 + 0.25\omega_3 + 0.5\omega_4 - 5.177\omega_5 + 2\omega_6 &= 0 \\ 0.11\omega_1 + 0.12\omega_2 + 0.14\omega_3 + 0.2\omega_4 + 0.5\omega_5 - 5.177\omega_6 &= 0 \end{aligned}$$

Vienādojumu sistēma ir tikai mazsvarīgs risinājums. Lai noteiktu īpašības vektoru W , vienu no sistēmas vienādojumiem aizstāj prasība par normalizāciju. Atjaunojot jauno vienādojumu sistēmu, tiek iegūts matricas A_3 īpašības vektoru W :

$w_1 = 0.451$; $w_2 = 0.229$; $w_3 = 0.153$; $w_4 = 0.092$; $w_5 = 0.048$; $w_6 = 0.027$, (at $\lambda_{\max} = 6.177$).

$$\sum_{i=1}^6 w_i = 1$$

Vērtības w_i ($i = 1, 2, \dots, 6$), veidojot īpašo vektoru W , tiek ņemti par eksperimenta Nr. 3 atbildes pakāpi par izplūdušo komplektu.

Aprēķinot eksperimentālo atbilžu salīdzināšanas matricu pazīmju īpašos vektorus, iegūti šādi komplekti:

⁸⁹ Borisov A., Krumberg O., Fedorov I. Decision making on the basis of fuzzy models. Zinātne: Rīga, 1990 (in Russian).

⁹⁰ Saaty T. L. Measuring the Fuzziness of Sets. Cybernetics, vol. 4 (4), 53–61. 1974.

$$C_1 = \{0.089/A; 0.152/B; 0.414/C; 0.254/D; 0.059/E; 0.032/F\}$$

$$C_2 = \{0.024/A; 0.079/B; 0.405/C; 0.286/D; 0.046/E; 0.16/F\}$$

$$C_3 = \{0.092/A; 0.048/B; 0.451/C; 0.153/D; 0.229/E; 0.027/F\}$$

$$C_4 = \{0.239/A; 0.132/B; 0.239/C; 0.076/D; 0.076/E; 0.239/F\}$$

$$C_5 = \{0.057/A; 0.132/B; 0.324/C; 0.181/D; 0.027/E; 0.278/F\}$$

$$C_6 = \{0.23/A; 0.121/B; 0.23/C; 0.121/D; 0.23/E; 0.07/F\}$$

$$C_7 = \{0.032/A; 0.089/B; 0.414/C; 0.254/D; 0.152/E; 0.059/F\}$$

$$C_8 = \{0.094/A; 0.049/B; 0.277/C; 0.412/D; 0.143/E; 0.025/F\}$$

$$C_9 = \{0.098/A; 0.053/B; 0.453/C; 0.139/D; 0.228/E; 0.029/F\}$$

$$C_{10} = \{0.038/A; 0.066/B; 0.375/C; 0.143/D; 0.143/E; 0.236/F\}$$

$$C_{11} = \{0.214/A; 0.088/B; 0.214/C; 0.349/D; 0.046/E; 0.088/F\}$$

$$C_{12} = \{0.059/A; 0.032/B; 0.414/C; 0.254/D; 0.152/E; 0.089/F\}$$

Tad tiek izmantots izvēles princips:

$$\begin{aligned} D = & \{\min(0.089; 0.024; 0.092; 0.239; 0.057; 0.23; 0.032; 0.094; 0.098; 0.038; 0.214; 0.059)/A; \\ & \min(0.152; 0.079; 0.048; 0.132; 0.132; 0.121; 0.089; 0.049; 0.053; 0.066; 0.088; 0.032)/B; \\ & \min(0.414; 0.405; 0.451; 0.239; 0.324; 0.23; 0.414; 0.277; 0.453; 0.375; 0.214; 0.414)/C; \\ & \min(0.254; 0.286; 0.153; 0.076; 0.181; 0.121; 0.254; 0.412; 0.139; 0.143; 0.349; 0.254)/D; \\ & \min(0.059; 0.046; 0.229; 0.076; 0.027; 0.23; 0.152; 0.143; 0.228; 0.143; 0.046; 0.152)/E; \\ & \min(0.032; 0.16; 0.027; 0.239; 0.278; 0.07; 0.059; 0.025; 0.029; 0.236; 0.088; 0.089)/F\} = \\ & \{0.024/A; 0.032/B; 0.214/C; 0.076/D; 0.027/E; 0.025/F\}. \end{aligned}$$

Saskaņā ar noteikumu max (min), tika konstatēts, ka inovāciju attīstības virzienu augstākā prioritāte, ko eksperti apsver, pamatojoties uz izplūdušo komplektu / kopu teoriju, ir alternatīva C (darba ņēmēju prasmju attīstīšana). Otro vietu ieņem alternatīva D (tirdzniecības sistēmas pilnveidošana) un trešā vietā – alternatīva B (modernu materiālu un tehnoloģiju ieviešana). Pārējās trīs alternatīvas (E – ražošanas iekārtu celtniecība un remonts, F – modernu iekārtu iegāde un uzstādīšana, A – jaunu dizainparaugu kuģu ražošana) aizņem vietas attiecīgi no 4 līdz 6 un attiecībā uz preferenci tie nedaudz atšķiras cita no citas.

Lai izdarītu secinājumus, kuri visprecīzāk atspoguļo ekspertu komisijas konsolidēto atzinumu, ir nepieciešams ievērot vispārējo zinātnisko koncepciju par stabilitāti.⁹¹ Stabilitātes koncepcija balstās uz ekspertu viedokļu matemātiskās apstrādes dažādu metožu izmantošanu, lai izceltu līdzīgas rekomendācijas, kas iegūtas ar šīm metodēm. Būtiskas izmaiņas metodē un metodē sniegtajos ieteikumos norāda uz augstu atkarību no eksperta subjektivitātes. Tāpēc, izņemot izplūdušo komplektu teoriju, lai iegūtu konsolidētu ekspertu viedokli, tika izmantotas arī atbilstošas matemātiskās apstrādes metodes: vidējā aritmētiskā kategorijas metode, vidējā kategorijas metode un grupas lēmumu pieņemšanas metode,⁹² pamatojoties uz ģeometrisku vidējo rindu vērtību. Šeit šīs trīs metodes nav sīki aprakstītas, jo tās ir tradicionālas. Izmantojot visas četras metodes, tika veikta ekspertu atzinumu apstrādes rezultātu salīdzinošā analīze.

⁹¹ Varian H. Intermediate Microeconomics. A Modern Approach. W.W. Norton & Co: New York, p. 223. 1993.

⁹² Saaty T. L. Decision Making with Dependence and Feedback. RWS Publications: Pittsburgh, Pennsylvania, p. 364. 2001.

Tabula 3.4. parāda ekspertu atbilžu skaitu jautājumā par alternatīvu prioritātēm. Kategorija "1" tiek piešķirts vislabākajai alternatīvai, un rangs "6" – alternatīvai, kas būtu jāievieš beigās. Ja eksperts uzskata, ka divas alternatīvas ir vienādas, tām ir tādas pašas prognozes, un tām ir jāpieņem pirmā un otrā vieta pēc izvēles, tām piešķir vienādu kategoriju –1,5: $(1 + 2) / 2 = 1,5$.

3.4. tabula. **Ekspertu atbilžu kategorijas (aprēķinājis autors)**

Inovatīvās attīstības virzieni	Eksperti											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	4	6	4	2	5	2	6	4	4	6	2.5	5
B	3	4	5	4	4	4,5	4	5	5	5	4.5	6
C	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2.5	1
D	2	2	3	5,5	3	4,5	2	1	3	3,5	1	2
E	5	5	2	5,5	6	2	3	3	2	3,5	6	3
F	6	3	6	2	2	6	5	6	6	2	4,5	4

Galīgo alternatīvu rindas aprēķina šādi. Izmantojot vidējo aritmētisko kategorijas metodi, aprēķina ekspertu piešķirto rindu summas dažādām alternatīvām (3.4. tabula). Summas dala ar ekspertu skaitu, un tiek iegūts rindu vidējais kategorijas aritmētiskais skaitlis. "1" pēdējā kategorija tiek piešķirts mazākajai summai, bet pēdējā kategorija – "6" – līdz lielākajam skaitlim. Ar vidējo metodi katras alternatīvas ekspertu atbildes rindas sākotnēji atrodas nemainīgā kārtībā. Tad rindu summa vidējās pozīcijās (sestā un septītā vieta) variācijas sērijās tiek sadalīta divās daļās un tiek iegūta kategoriju vidējā vērtība. Galējās rindas, kas iegūtas, izmantojot vidējo metodi, kā arī vidējo aritmētisko metodi, tiek piešķirtas, izmantojot vienu un to pašu noteikumu. Ar grupu lēmumu pieņemšanas metodi ir aprēķināta dažādu alternatīvu ģeometriskā vidējā rinda. Pēdējās rindas ir piešķirtas saskaņā ar aprakstīto noteikumu. Galīgo alternatīvu kategoriju aprēķina rezultāti ir parādīti 3.4. tabulā.

Tika konstatēts, ka alternatīvu gala kategorijas, izmantojot vidējo aritmētisko metodi un ģeometriskā vidējo metodi, pilnībā sakrīt (3.5. tabula). Pēdējās kategorijas pēc vidējās metodes atšķiras no diviem, kas minēti iepriekš attiecībā uz alternatīvām B un F (5. un 6. kategorijas attiecīgi, nevis 6. un 5. kategorijas). Pēc četrām aprēķinu metodēm C un D alternatīvas ir ieguvušas pirmo vietu. Alternatīvu lielajam kopējam rangam izmantota grupas lēmumu pieņemšanas metode, kas ļauj iegūt rezultātus, kas ir vienādi attālināti no maksimālās un minimālās aplēses.

Saskaņā ar kopējo summu, alternatīva E ir ieņēmusi trešo vietu. Ciktāl tas attiecas uz trešo vietu, izplūdušo komplektu teorijā ir tikai neliela novirze. Tāpēc var teikt, ka pirmajās trijās vietās konsolidētais ekspertu viedoklis diezgan labi atbilst stabilitātes koncepcijai. Attiecībā uz 4., 5. un 6. vietu, pastāv dažas pretrunas galīgajās rindās, ko iegūst, izmantojot dažādas aprēķinu metodes. Kopumā var rezumēt, ka neatkarīgo ekspertu konsolidētais atzinums pēc aprēķiniem ir diezgan vienots. Autori saprot, ka šis atzinums nav galīgā autoritāte, jo galīgajā lēmumu pieņemšanas procesā nozares uzņēmumiem būtu jāņem vērā īpašie apstākļi, finansējuma pieejamība, tirgus situācija utt.

3.5. tabula. **Galīgo alternatīvu kategorijas, ko aprēķina pēc dažādām metodēm (aprēķinājis autors)**

Alternatīvas	A	B	C	D	E	F
Pēdējā kategorija pēc aritmētiskā vidējā	4	6	1	2	3	5
Pēdējā kategorija pēc mediānām	4	5	1	2	3	6
Pēdējā kategorija pēc ģeometriskā vidējā	4	6	1	2	3	5
Pēdējā kategorija pēc izplūdušo komplektu / kopu teorijas	6	3	1	2	4	5
Kopējais rādītājs pēc ģeometriskā vidējā	4	5	1	2	3	6

Tādējādi pētījums ļāva identificēt svarīgākos kuģu būves un kuģu remonta industrijas inovatīvās attīstības virzienus. Tika konstatēts, ka pašreiz aktuālie inovāciju virzieni kuģu būves nozarē ir *darba ņēmēju prasmju attīstīšana un mārketinga sistēmas pilnveidošana*. Pastāv steidzama nepieciešamība *būvēt jaunas ražošanas iekārtas un remontēt esošās*. Šie galvenie inovāciju virzieni atbilst nozares pirmās prioritātes prasībām un ir nepieciešami, lai uzlabotu tās konkurētspēju. Bez pirmajiem trim galvenajiem inovāciju virzieniem nevar panākt veiksmīgu nozares attīstību visos citos virzienos.

Lai sekmīgi veiktu uzdevumu – uzlabot kuģu būves nozares darbinieku un akcionāru labklājību, ienākumus Latvijā, galvenokārt jākoncentrējas uz personāla kvalifikācijas paaugstināšanu. Jaunu iekārtu, mašīnu un ierīču iegāde, jauno progresīvo tehnoloģiju ieviešana kuģu būvē un kuģu remontā nav iespējama bez tiešas augsti kvalificētu, radošu un motivētu speciālistu līdzdalības. Šie darbinieki būtu ieinteresēti attīstīt un palielināt savu uzņēmumu konkurētspēju. Tā kā uzņēmumi kuģu būves nozarē aktīvi konkurē pasaules tirgos, lai saņemtu pasūtījumus, mārketinga nodaļu darbs ir pastāvīgi jāuzlabo. Ir nepieciešams ieviest jaunas metodes, kā strādāt ar klientiem, piemēram, attīstīt tiešo mārketingu, aktīvi izpētīt jaunus pārdošanas tirgus visā pasaulē, ieskaitot visattālākajos reģionos.

Daudzi nozares uzņēmumi joprojām izmanto vecas, zemo tehnoloģiju, ražošanas iekārtas, kas ir nepilnīgi pielāgotas mūsdienu prasībām. Iegādātajai mūsdienīgajai augstas precizitātes ražošanas iekārtai visbiežāk ir nepieciešami īpaši apstākļi normālai darbībai (temperatūra, mitrums, putekļu neesamība utt.). Tas prasa jaunas ražošanas infrastruktūras radīšanu vai esošo ražošanas ēku atjaunošanu. Valstij vajadzētu atbalstīt nepieciešamo ražošanas bāzes aktīvu, pamatlīdzekļu atjaunošanu, kā arī nodrošināt kuģu būves nozares uzņēmumiem nepieciešamā kvalificētā personāla sagatavošanu valsts izglītības iestādēs. Tas palīdzēs uzlabot nozares un Latviju konkurētspēju.

3.3. Inovācijas procesa interaktīvā modeļa izstrāde

Lai izpildītu uzdevumu, kas saistīts ar darbinieku un akcionāru ienākumu un labklājības palielināšanos, kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumiem Latvijā būtu jāizstrādā īpaša investīciju politika un stratēģiskie darbības mērķi. Pirmkārt, ir nepieciešams identificēt un analizēt galvenos uzņēmumu iekšējās un ārējās vides faktorus, kas var ietekmēt ieguldījumu politikas būtību. Galvenie uzņēmumu iekšējās vides faktori ir darba resursi, līdzekļu pieejamība, organizatoriskā struktūra un mārketinga sistēmas. Vides faktori ir politiskie, ekonomiskie, tirgus, sociālie utt. Tad tiek noteiktas saiknes un mijiedarbība starp

uzņēmumu iekšējās vides parametriem un ārējiem pozitīvajiem un negatīvajiem darbības faktoriem. Tas ļauj identificēt vissvarīgākos uzņēmumu investīciju darbības virzienus un formulēt uzņēmumu stratēģiskos mērķus atbilstoši to misijai. Tādējādi nozares investīciju stratēģija veidojas kā ilgtermiņa attīstības virzienu kopums, kas noved pie stratēģisko mērķu sasniegšanas.

Latvijā kuģu būves un kuģu remonta nozares vadošiem uzņēmumiem, piemēram, kuģu būvētavām Rīgā un Liepājā, ir tendence būt līderpozīcijās savā nišā Eiropas un pasaules tirgos. Tas ļauj uzņēmumiem efektīvāk īstenot savu misiju. Bet vienlaikus ilgtermiņa vērienīgai stratēģiskai attīstībai visiem nozares uzņēmumiem vajadzētu pāriet uz augstāku ekonomiskās izaugsmes līmeni – uz zināšanu ekonomikas līmeni, galvenokārt pamatojoties uz jaunākajiem sasniegumiem zinātnē, augsto tehnoloģiju jomā. Tas nozīmē zinātnisko sasniegumu praktisko pielietojumu, pārneš uz ražošanu, un tad tā ir inovācija. Ir zināms, ka rūpnieciski attīstītajās valstīs inovācijas veicina līdz pat 80–85% IKP pieaugumu.

Inovācijas procesi ietver zinātnisko, tehnoloģisko, finansiālo, organizatorisko un citu darbību kompleksu. Iepriekš tika izmantots *lineārais inovācijas modelis*, kas sastāvēja no vairākiem secīgiem posmiem:

- > pētniecība un attīstība;
- > lietišķie pētījumi;
- > tehnoloģiskās un attīstības darbības;
- > inovāciju izstrāde ražošanā;
- > masveida rūpnieciskā ražošana;
- > mārketinga un produkcijas izplatīšana.

Lineārais modelis dominēja daudzās valstīs 20. gadsimta vidū. Šī modeļa trūkums ir vienkārša lineāra saikne starp komponentiem: jo lielāks ir zinātnisko un lietišķo pētījumu apjoms, jo vairāk inovāciju produkcijā. Tomēr praksē šis modelis neatspoguļo tirgus ietekmi un zinātnes un rūpniecības attiecību sarežģītību. Tāpēc autors piedāvā Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozarē, ņemot vērā riskus, izmantot sarežģītāku modeli – *inovatīvā procesa interaktīvo nelineāro modeli* (3.2. attēls).

Par piedāvātā modeļa raksturīgajām iezīmēm un priekšrocībām. Tā kā modelis ir interaktīvs, inovācijas procesa individuālajos posmos pastāv atgriezeniskā saite. Tiek ņemta vērā arī ārējās vides ietekme. Dažādu inovācijas procesa posmu īstenošana var notikt paralēli, t.i., vienlaikus, kas ļauj ievērojami ietaupīt laiku un novērtēt gan iekšējo biznesa procesu, gan ārējo faktoru ietekmi. Svarīga priekšrocība ir nelineāro modeļu kontrole. Vadītāji, kas ir atbildīgi par inovāciju procesu, var pieņemt lēmumus dažādos procesa posmos, reaģējot uz mainīgajām patērētāju prasībām. Inovācijas pirmā posma (zinātnisko un tehnoloģisko pētījumu) rezultātus var veiksmīgi izskatīt un īstenot visos procesa posmos. Ja pasaules kuģu būves un kuģu remonta praksē parādās kāds noderīgs jauninājums, to var ieviest inovācijas procesā vēl papildus jau agrāk uzsāktajām novitātēm.

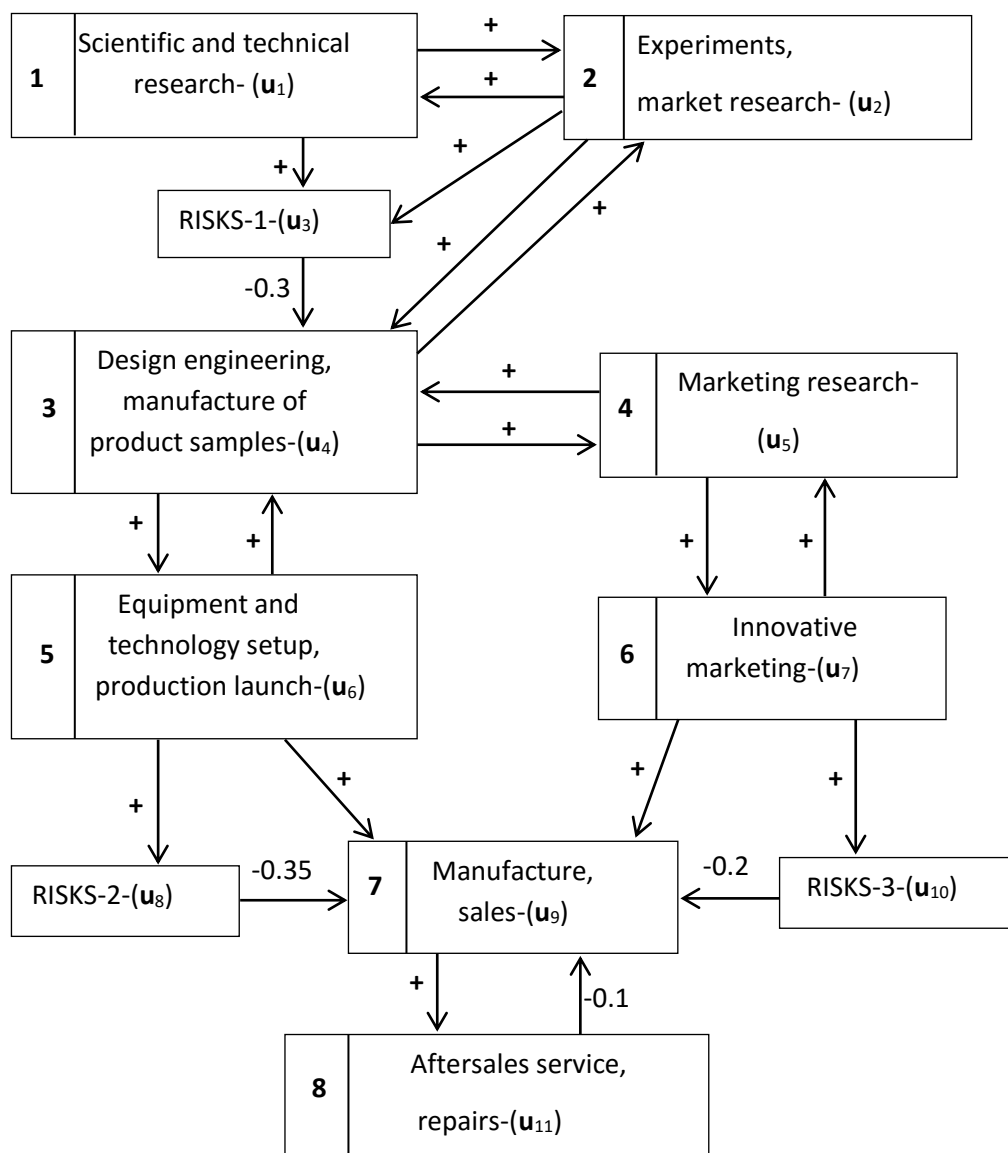
Inovācijas procesa interaktīvais modelis (3.2. attēls) analīzes ziņā ir atvērta "mīksta" sistēma, kas sastāv no vairākiem savstarpēji saistītiem elementiem.⁹³ Sistēmai ir noteikta struktūra un attiecības starp elementiem. Ir zināms, ka sarežģīta sistēma nereti reaģē uz ārējām un iekšējām ietekmēm citādi, nevis tā, kā cilvēki sagaida.⁹⁴ Pētījumā inovāciju modeļa kā sarežģītas sistēmas analīzē tika izmantota sistēmiskā kognitīvā pieeja. Mīksto sistēmu var pielāgot mainīgajiem apstākļiem, un svarīgu lomu spēlē subjektīvs faktors – cilvēki (pētnieki, vadītāji, tehniķi utt.).⁹⁵ Inovācijas procesa modeli kā 3.2. attēlā parādīto sistēmu var

⁹³ Gigch, John P. Applied General Systems Theory. California State University. Harper Collins Publishers, USA. 2010.

⁹⁴ Форрестер Д. Мировая динамика. Издательство «Тerra F.». Москва. 2003. (in Russian).

⁹⁵ Checland P.B. Soft systems methodology: an overview. Journal of Applied System Analysis, vol. 15. 1988.

matemātiski uzskatīt par iezīmēti virzītu svērtu digrāfu. Pētījumā tika izmantota grāfu teorija, kas ļāva veikt padziļinātu analīzi par cēloņsakarībām kompleksās sistēmās.⁹⁶



3.2. attēls. Latvijas kuģu un laivu būves inovācijas procesa *nelineārais interaktīvais modelis* (autora izstrādāts).

Visi sistēmas elementi un riski 3.2. attēlā ir analīzes rezultātā iezīmēti vērsta svērtā digrāfa virsotnes. Galvenie riski tiek uzsvērti atsevišķi, jo tiem ir svarīga loma sistēmas līdzsvarā. Diagrammā kopā ir 11 virsotnes: $u_1, u_2, \dots, u_{11}$, kas sistēmā ir savienotas ar līknēm (bultiņām). Digrāfa virsotņu (u_i) apzīmējumi ir parādīti iekavās, 3.2. attēls. Četras līknes ir negatīvas, pārējās pozitīvas. Apzīmējums "+" tiek dots līknei (u_i, u_j), ja palielinājums u_i rezultātā palielina (stiprina) u_j , un u_i samazināšanās noved pie u_j samazināšanās. Apzīmējums "-" tiek dots, ja u_i pieaugums noved pie u_j samazināšanās, un u_i samazinājums noved pie palielinājuma u_j . Apzīmējums "+" norāda pozitīvu cēloņsakarību, un apzīmējums "-" norāda negatīvas attiecības. Jebkurš digrāfs ir pāra (U, A), kur U ir virskārtu kopums, un A – līkņu

⁹⁶ Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

komplekts, kas savieno virsotnes. Digrāfi veido gan kontūras (slēgtas vienvirziena savienojumu ķēdes), gan puskontūras (dažādu virzienu savienojumu ķēdes).

Atgriezeniskās saites cilpas ir kontūras. Visas, izņemot vienu, ir līdzsvarotas – tām ir pozitīvas atgriezeniskās saites un nav negatīvu līkņu. Piemēram, kontūra $u_4 - u_5 - u_4$: preču paraugu projektēšana un izgatavošana, vienlaikus jāveic attiecīgā tirgus izpēte, jānosaka patērētāju vajadzības, jānovērtē iespējamais pārdošanas apjoms. Tas dabiski ietekmē dizaina izstrādi, jo ir jāņem vērā tirgus prasības. Atgriezeniskā saite ir negatīva (-0,1) tikai starp divām virsotnēm (u_9 and u_{11}). Ar mazu varbūtību (10%) virsotne u_{11} var negatīvi ietekmēt ražošanas un pārdošanas procesu (u_9), piemēram, atklājot slēptu defektu utt.

Riski (virsotnes u_3 , u_8 un u_{10}) var rasties dažādos inovācijas procesa posmos, un ar zināmu varbūtību var negatīvi ietekmēt nākamos inovāciju posmus. Tā kā negatīvās līknes rodas no riska virsotnēm, atbilstošās puskontūras būs nelīdzsvarotas. Riski un negatīvās attiecības negatīvi ietekmē un izjauc sistēmas līdzsvaru. Lielāko apdraudējumu inovācijas procesam parāda RISKS-2 (virsotne u_8), kas notiek svarīgā inovāciju posmā – iekārtu, tehnoloģiju un produktu palaišanas procesa (virsotne u_6) pielāgošanās laikā. Pēc ekspertu domām, šie riski ar diezgan lielu varbūtību (0,35) var negatīvi ietekmēt produktu ražošanu un realizāciju. RISKS-2 cēloņi var būt ļoti atšķirīgi: tehnoloģiju kļūdas, slikti kvalitātes uzraudzības rīki un traucētas piegādes, kvalificētu darbinieku trūkums utt. Ja RISKS-2 tiek atklāts iekārtu un tehnoloģiju pielāgošanas procesā, to var likvidēt uzreiz šajā posmā (u_6). Tomēr tas ne vienmēr notiek; risku negatīvās sekas var konstatēt ražošanas procesā un pat produktu pārdošanas laikā, kas ir nevēlams. Tas prasa izmaiņas ražošanas tehnoloģijā vai aprīkojuma nomaiņā.

Inovācijas procesa pirmajos divos sākuma posmos (virsotnes u_1 , u_2) rodas pietiekami lieli riski. Šie riski ar 0,3 varbūtību var negatīvi ietekmēt nākamo trešo inovāciju līmeni – virsotni u_4 , kad notiek preču paraugu projektēšana un izgatavošana. Tāpēc kontūra $u_1 - u_3 - u_4 - u_2 - u_1$ ir nesabalansēta un satur vienu negatīvu līkni $u_3 - u_4$. Nesabalansētu ciklu klātbūtne iezīmētu digrāfu sistēmā (kontūras un puskontūras) parāda, ka svērts digrāfs nav līdzsvarots. Digrāfa nelīdzsvarotība norāda, ka sistēmā ir slēptās problēmas, kuras galvenokārt izraisa dažādu veidu riski. Tādēļ sistēma nebūs pietiekami stabila un var parādīties dažādi darbības traucējumi. Gandrīz neiespējami ir pilnībā novērst nelīdzsvarotības cēloņus (riskus), taču tie ir jānosaka un pēc iespējas labāk jākontrolē.

Inovācijas stabilitātes procesā svarīga loma ir mārketingam (virsotnes u_5 , u_7). Tirgus izpētes veikšana, jaunu produktu meklēšana potenciālajiem pircējiem jau preču paraugu izstrādes un izgatavošanas stadijā (u_4) ir biznesa panākumu atslēga spēcīgās konkurences apstākļos. Šeit svarīga ir atgriezeniskā saite no virsotnes u_5 uz virsotni u_4 . Projektēšanas posmā tas ļauj ņemt vērā klientu individuālās vajadzības, tādējādi uzlabojot produktu konkurētspēju tirgos. Jauninājumu un inovāciju ieviešana bieži prasa jaunu klientu meklēšanu un pārdošanas tirgu paplašināšanu. Inovatīvs mārketinga process var radīt zināmus riskus, virsotne u_{10} . Riski galvenokārt ir saistīti ar mūsdienu pasaules ekonomikas un politikas iezīmēm. Izmaiņas ekonomiskajos un politiskajos apstākļos dažādos pasaules reģionos var izraisīt neparedzamas situācijas, negatīvi ietekmējot produktu pārdošanu. Pēc nozaru ekspertu domām, šo risku negatīvās ietekmes varbūtība uz virsotni u_9 (produktu ražošana un pārdošana) veido 20%. Tie var būt, piemēram, neparedzamas izmaiņas prasībās attiecībā uz produktu īpašībām, plānoto līgumu atcelšana, izmaiņas politiskajā situācijā klienta valstī utt.

Pētījumā apskatītais svērtais digrāfs ir pārbaudīts pēc absolūtā un impulsa stabilitātes. Digrāfa stabilitātes trūkums nozīmē, ka tā iezīmētajā sistēmā (inovācijas process) var izpausties un pastiprināties jebkura faktora negatīvā ietekme, kas, piemēram, var ierobežot inovācijas. Lai pārbaudītu stabilitāti, tika analizēta svērtā digrāfa blakusparādību matrica (3.3. attēls.). Tā kā digrāfs ir svērts, tā tuvumā esošā matrica parāda darbības risku negatīvās varbūtības. Piedāvājuma matricai ir šāda forma: $A = (\alpha_{ij})$, kur

$$(\alpha_{ij}) = \begin{cases} +1, & \text{ja mala (i, j) ir pozitīva,} \\ -1, & \text{ja mala (i, j) ir negatīva,} \\ 0, & \text{ja nav malas (i, j).} \end{cases}$$

Digrāfa A blakusparādību matricas raksturīgais polinoms ir šāds:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda E) = \alpha_{10} \cdot \lambda^{10} + \alpha_9 \cdot \lambda^9 + \dots + \alpha_1 \cdot \lambda^1 + \alpha_0 \cdot \lambda^0,$$

kur $\det$ – matricas determinants;

E – atbilstīgā vienības kvadrāta matrica;

α_i – raksturīgā polinoma koeficienti pie saknēm λ_i .

Parametri λ_i ir matricas A saknes un īpašās vērtības tikai tad, ja tās atbilst vienādībai:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda \cdot E) = 0.$$

Veicot aprēķinus, ir iegūti šādi raksturīgā polinoma saknes, kas ir matricas A īpašās vērtības:

-1.953; -1; -0.554; 1.861; 1; 0.646; 0; 0; -0.316i; 0.316i; 0.

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.35 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

3.3. attēls. Svērtā digrāfa matrica, kas atbilst inovācijas procesa modelim Latvijas kuģu būves nozarē (autora aprēķini).

Tika atklāts, ka ir blakusparādības matricas īpašās vērtības, kuras ir lielākas par 1 moduli. Šajā gadījumā iezīmētais digrāfs un atbilstošā inovācijas procesa faktoru sistēma būs absolūta (pēc vērtības) un impulsi būs nestabili.⁹⁷ Impulsa ieviešana jebkurā digrāfā virsotnē (mainot tā vērtību) var izraisīt nākotnē pieaugošus impulsus citās virsotnēs un radīt negatīvas sekas inovāciju ieviešanai, kā arī inovāciju process var palēnināties vai pilnībā apstāties. Galvenie iemesli ir riski un to negatīvā ietekme, izraisot sistēmas neatbilstību kopumā.

Lai atrisinātu problēmu – impulsu izplatīšanās (jebkura ārēja ietekme) prognozēšanu ar svērtā digrāfa sistēmu, pētījumos izmantotas autonomo impulsu procesu teorēmas ar iezīmētiem digrāfiem. Zinot, ka sākotnējais impulss tiek pievadīts kādai svērtā digrāfa virsotnei un tā blakusparādības matricai A, impulsus var aprēķināt citās virsotnēs jebkurā laikā t . Laika intervāls ($t_{i+1} - t_i$) var atšķirties, piemēram, vienu vai divus mēnešus, atkarībā no dažādiem apstākļiem dažādos uzņēmumos. Pula process, kurā vektora $\mathbf{P}(0)$ i -th komponents nosaka ārējo impulsu, ir vienāds ar "1" un visas pārējās sastāvdaļas ir vienādas ar nulli, sauc par vienkāršu impulsu procesu ar sākotnējo virsotni u_i . Sākotnējais vienības pulss, kas ievests virsotnē u_i , tad izplatās visā sistēmā noteiktā laika periodā. Atsevišķa impulsa procesā svērtā digrāfā izmanto šādu formulu:

$$\mathbf{P}(t) = \mathbf{P}(0) \cdot \mathbf{A}^t,$$

⁹⁷ Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

kur $\mathbf{P}(0) = (0,0, \dots 1,0, \dots 0)$ ar "1" i-th vietā;
 $\mathbf{P}(t)$ – impulsu vektors laikā t .

Lai aprēķinātu impulsa procesa izplatību svērtā digrafā ar sākotnējo virsotni $\mathbf{u}_i$, tiek izmantotas šādas formulas:

$$V_j(t) = V_j(\text{ref.}) + \text{element } i,j \text{ in matrix } E + A + A^2 + A^3 + \dots + A^t,$$

kur $V_j(t)$ – digrāfa virsotnes $\mathbf{u}_j$ vērtības diskrētos laika momentos $t = 0,1,2, \dots$
 E – identitātes matrica.

Atsauces veidā tika izmantota svērtā digrāfa blakusparadības matrica (3.3. attēls). Digrāfa virsotnes prognozējamās vērtības dažādos laika punktos parādās 1. tabulā, sākot no $t = 1$ līdz $t = 7$. Viena pulsa pievadīšana virsotnei $\mathbf{u}_1$ (piemēram, iegūstot pozitīvu zinātnisko un tehnisko pētījumu rezultātu piemērošanu praktiskam lietojumam), impulsi pakāpeniski izplatās pa digrāfa sistēmu. Rezultātā pie $t = 4$ impulsi sasniedz virsotni $\mathbf{u}_9$, un tiek uzsākti jauno produktu rūpnieciskās ražošanas un izplatīšanas procesi. Pie $t = 5$ impulsi sasniedz virsotnes $\mathbf{u}_{10}$, $\mathbf{u}_{11}$, un var rasties negatīvā ietekme uz trešā posma riskiem, kā arī jauno produktu pircēji var negatīvi ietekmēt pieprasījumus pēc pakalpojumiem un garantijas remontiem.

3.6. tabula. **Digrāfa virsotņu prognožu vērtības atsevišķā impulsa procesā dažādiem laika punktiem (autors aprēķini)**

t	Iezīmētā digrāfa virsotnes										
	$\mathbf{u}_1$	$\mathbf{u}_2$	$\mathbf{u}_3$	$\mathbf{u}_4$	$\mathbf{u}_5$	$\mathbf{u}_6$	$\mathbf{u}_7$	$\mathbf{u}_8$	$\mathbf{u}_9$	$\mathbf{u}_{10}$	$\mathbf{u}_{11}$
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	2	0,7	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2,7	3	0,4	0,7	0,7	0	0	0	0	0
4	3,7	2,4	4,7	3,2	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7	0	0
5	3,4	6,9	6,1	1,79	3,9	3,2	0,4	0,4	0,86	0,7	0,7
6	7,9	5,19	10,3	12,17	2,19	1,79	3,9	3,2	3,25	0,4	0,855
7	6,19	20,07	13,09	6,08	16,07	12,17	2,19	1,79	4,404	3,9	3,25

$t = 1, 2, \dots 7$ – punkti laikā. Dažādās digrāfa virsotnēs impulsu pieaugums notiek citādi. Pie $t = 7$ augstāko vērtību iegūst ar impulsiem pie tiem $\mathbf{u}_2$ un $\mathbf{u}_5$: kad tiek veikti jauno produktu paraugu testi, nekavējoties sākas iespējamo tirgu izpēte un tiek uzsākta tirgus izpēte par turpmāko produktu pārdošanu. Tas palielina risku inovācijas procesa pirmajā posmā, virsotne $\mathbf{u}_3$. Vienlaikus var sākties sagatavošanās process jaunu produktu ražošanai, tiek izstrādāta tehnoloģija un izstrādātas ierīces, instrumenti utt. (virsotne $\mathbf{u}_6$). Turpinās arī zinātniskā un tehniskā pētniecība; impulsi aug pie virsotnes $\mathbf{u}_1$. Ja tiek ieviesta jauna produkta ražošana un izplatīšana (virsotne $\mathbf{u}_9$), ir jāveic arī pārdoto produktu uzturēšanu un, ja nepieciešams, jānovērš defekti un trūkumi ($\mathbf{u}_{11}$). Otrā ($\mathbf{u}_8$) un trešā ($\mathbf{u}_{10}$) posma risks arī pieaug un var nelabvēlīgi ietekmēt inovācijas procesa pēdējos ciklus. Papildu galvenajiem riskiem, kas tiek ņemti vērā modelī, citi riski var parādīties un radīt nelabvēlīgu ietekmi gandrīz jebkurā jauninājumu posmā. Tādēļ būtu jāizstrādā riska nepārtrauktas identifikācijas, novērtēšanas, uzraudzības un kontroles sistēma. Galīgos lēmumus par risku vadību, pārvaldību un to mazināšanu vajadzētu pieņemt uzņēmumu augstākajai vadībai.

3.4. Ieteikumi kuģu būves un kuģu remonta rūpniecības uzņēmumu konkurētspējas uzlabošanai

Katram Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumam kā neatņemamai reģionālās ekonomikas daļai ir savas iezīmes un problēmas, kas jāņem vērā un jāatrisina, lai palielinātu konkurētspēju pasaules tirgos. Galvenais jautājums visiem nozares uzņēmumiem ir nepieciešamība radīt apstākļus *investīcijām un inovāciju attīstībai*, kas nav iespējams bez augstas kvalitātes cilvēkkapitāla.

Tādēļ, pirmkārt, ir *jāuzlabo darbinieku prasmes*. To var izdarīt dažādos veidos. Piemēram, nosūtīt darbiniekus uz speciālajiem kursiem gan Latvijā, gan citās valstīs. Ir iespējams slēgt līgumus par darbinieku mērķtiecīgu apmācību (tālākizglītības, mūžizglītības u.c. formātā) ar valsts izglītības iestādēm Latvijā. Pēc autora domām, uzaicinājums strādāt augsti kvalificētus speciālistus no citām valstīm ir tikai pagaidu risinājums, lai pārvarētu sarežģīto situāciju. Labākais variants ir vietējā personāla apmācība un kvalifikācijas paaugstināšana. Pētījumā izmantotā ekspertīzes metode ļāva konstatēt, ka lielai daļai nozares uzņēmumu viena no galvenajām problēmām ir augstas kvalitātes cilvēkkapitāla nepietiekamība.

Vel viena risināma problēma – nepārtraukta tirdzniecības sistēmas, *mārketinga pilnveidošana*. Augsta konkurence pasaules kuģu būves un kuģu remonta nozares tirgos apstiprina to, ka viena no nozares uzņēmumu ilgtermiņa perspektīvām ir izdevīgu klientu piesaistīšanas prasmju pilnveidošana. Tāpēc, lai uzlabotu uzņēmumu konkurētspēju pasaules tirgos, ir nepieciešamas mūsdienīgas mārketinga sistēmas, modernas komunikācijas metodes un biznesa sarunas.

Ražošanas procesu organizēšanai lielākā daļa rūpniecības uzņēmumu izmanto gan fiziski, gan morāli novecojušas ražošanas iekārtas, kurām bieži nepieciešams remonts. Šo problēmu pastiprina fakts, ka bieži vien modernu augstas precizitātes tehnoloģisko iekārtu un ierīču izmantošanai ir vajadzīgi īpaši apstākļi (temperatūra, mitrums, apgaismojums utt.). Vecās telpās nav iespējams organizēt labus ražošanas apstākļus. Tādēļ vēl viena steidzami risināma problēma ir *jaunu ēku būvniecība un esošo ražošanas ēku un struktūru kapitālais remonts*. Tas prasa lielus finanšu līdzekļus, bet ir ļoti svarīgs faktors uzņēmumu konkurētspējas palielināšanai.

Ražošanas nozares uzņēmumu konkurētspējas palielināšana nav iespējama, ja netiek ražoti *mūsdienīgi kvalitatīvi produkti*, kas atbilst visaugstākajiem pasaules kvalitātes standartiem. Šobrīd ir augušas prasības kuģu, ūdens transporta kvalitātei, it īpaši no vides aizsardzības aspekta. Ūdens transportlīdzekļiem jābūt videi nekaitīgiem, viegli ekspluatējamiem. Tikai tādu kuģu izgatavošana, kas būvēti, pamatojoties uz moderniem projektiem, ļaus Latvijas uzņēmumiem veiksmīgi konkurēt ar pasaules ražotājiem.

Mūsdienu konkurētspējīgu produktu ražošana nav iespējama, neizmantojot jaunus materiālus un tehnoloģijas. 20. gadsimta beigās un 21. gadsimta sākumā liels skaits *jaunu materiālu un tehnoloģiju* (piemēram, jauni metālu sakausējumi un plastmasas polimērmateriāli, kas ir izturīgāki pret koroziju, jūras mikroorganismu ieteki utt.) tika izstrādāti un ieviesti kuģu būves un kuģu remonta nozarē. Šādu materiālu izmantošana samazina ūdens transportlīdzekļu ekspluatācijas izmaksas, kā arī atvieglo to uzturēšanu. Šie materiāli galvenokārt tiek ieviesti pasaules vadošajos uzņēmumos. Bez šo jauninājumu izmantošanas nav iespējams efektīvi palielināt Latvijas uzņēmumu, kas darbojas kuģu būves un kuģu remonta nozarē, konkurētspēju.

Jaunu materiālu un tehnoloģiju ieviešanai jābalstās uz *mūsdienīgu iekārtu un mašīnu* izmantošanu ražošanā. Šādas iekārtas ļaus kvalitatīvāk un efektīvāk veikt tehnoloģiskās darbības, uzlabojot personāla darba apstākļus. Parasti mūsdienu aprīkojums ir datorizēts, programmējams un prasa atbilstošu darbinieku augstu kvalifikāciju. Tehnoloģiskās ķēdes parasti tiek organizētas mūsdienu ražošanā, kad dizaineru un tehnologu darba rezultāti

atbilstošu programmu veidā nonāk semināros un kontrolē iekārtas darbību. Šādu iekārtu ieviešana uzlabo vispārējo ražošanas kultūru un nodrošina augstāku uzņēmumu konkurētspējas līmeni.

Pētījumā sistēmiskā kognitīvā pieeja tika izmantota, lai analizētu inovāciju procesus nozares uzņēmumos. Tas ļāva konstatēt, **ka riski ir nozīmīgi** novatoriskos pārveides procesos, lai palielinātu uzņēmumu konkurētspēju. Tās var nelabvēlīgi ietekmēt inovāciju procesus, tādējādi samazinot konkurētspēju. Lai novērstu risku negatīvo ietekmi uz uzņēmumiem, ir nepieciešams organizēt nepārtrauktu visu iespējamo risku un to samazināšanas uzraudzību. Tas ļaus novērst konkurētspējas samazināšanos.

SECINĀJUMI UN IETEIKUMI

Secinājumi

Veiktais pētījums ir apstiprinājis, ka Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozare ir vēsturiski veidojusies kā svarīga valsts ekonomikas daļa, un tāda tā ir saglabājama arī turpmāk, to moderni un efektīvi attīstot un tādējādi paaugstinot gan nozares, gan visas valsts konkurētspēju.

Lai nodrošinātu kuģu būves un kuģu remonta nozares iespējamo ilgtspējīgo attīstību Latvijā, ir jānodrošina pietiekami augsts konkurētspējas līmenis veiksmīgai darbībai pasaules tirgos. Svarīgākie attīstības resursi: zināšanas un augsta līmeņa cilvēkkapitāls, progresīvu tehnoloģiju un inovāciju attīstība, kas ir obligāts nosacījums, lai paaugstinātu nozares uzņēmumu, valsts un reģiona konkurētspēju.

1. Pētījuma gaitā autors ir pierādījis, ka, veidojot inovāciju ietekmes uz konkurētspēju sarežģītu novērtējuma sistēmu, ir svarīgi ievērot, pirmkārt, sistēmiskuma principu, kā arī relativitātes u.c. principus. Autors ir veicis konkurētspējas novērtēšanas metožu klasifikāciju, un metodes ir sagrupētas: matricas metodes; metodes, kuru pamatā ir sarežģīts novērtējums, utt. Šāda klasifikācija dod iespēju novērtēt uzņēmumu inovatīvās darbības līmeni, nosakot uzņēmumu konkurētspējas līmeni.

Autors ir izveidojis konkurences novērtēšanas algoritmu, kas ietver: vērtēšanas mērķa noteikšanu; to darbību veidu apzināšanu, kas ņemti vērā analīzes laikā; metožu un salīdzināšanas pamatu izvēli; izmērāmo īpašību noteikšanu; izraudzīto īpašību novērtēšanu; integrētā konkurētspējas indeksa aprēķināšanu; secinājumus par konkurētspēju. Ierosinātie principi un metodes ļāva autoram izveidot novērtēšanas faktoru modeli nozares inovācijai un konkurētspējai.

2. Autors ir izveidojis galveno faktoru, kas ietekmē konkurenci, attiecību sistēmas kognitīvo karti. Šie faktori ir: konkurētspēja nozarē; inovācijas, kas tiek īstenotas nozares uzņēmumos; uzņēmumu sadarbība inovāciju ieviešanā; uzņēmumu ienākumi, ieskaitot no jauninājumiem; tirgus konkurentu komercdarbība; nozarē radīto inovāciju potenciāls; rūpniecības uzņēmumu finanšu resursi, kurus varētu izmantot jauninājumiem; atbalsts, tostarp finansējums, no valdības inovāciju ieviešanā; augsti kvalificētu un motivētu speciālistu komandas nozares uzņēmumos; uzņēmumu speciālistu komandās radošas gaisotnes nodrošināšana, kas nepieciešams jaunu sarežģītu tehnoloģiju ieviešanai u.c. Autora piedāvātais modelis ļauj pilnībā novērtēt inovāciju un konkurētspējas ietekmi konkrētā nozarē. Kognitīvā kartēšana kalpo kā līdzeklis sarežģītas sistēmas ilustrēšanai un uztverei, kā arī kvalitatīvai analīzei. Šajā pētījumā izmantotā kognitīvās kartēšanas metodika sintezē sistēmiskās un kognitīvās pieejas un ir universāls pētniecības instruments sarežģītu sistēmu izpētei.

3. Pasaules jūras satiksmes tirgus analīze parādīja, ka globālās ekonomikas izaugsme izraisa kravu pārvadājumu pieaugumu. Pasaules ekonomikas norišu ietekmē pieprasījums pēc

kuģošanas pakalpojumiem uzlabojās 2016. gadā. Pasaules jūras tirdzniecība palielinājās par 2,6%, pieaugot no 1,8% 2015. gadā, kas bija zemāka par iepriekšējo četru gadu desmitu laikā reģistrēto vēsturisko vidējo rādītāju – 3%. Kopējais apjoms sasniedza 10,3 miljardus tonnu, kas nozīmē vairāk nekā 260 miljonu tonnu kravu pieaugumu, no kura aptuveni puse attiecas uz tankkuģu tirdzniecību. Līdz 2010. gadam jūras kravu līderis bija nafta un gāze, bet 2014., 2015. un 2016. gadā (piecu lielāko kuģu piegāde) visvairāk tiek pārvadāts sauso kravu. Tas ietekmē arī kravas kuģu pieprasījumu un to veidus. Sagaidāms, ka tuvākajā laikā pieaugs kravas kuģu nolietošanās un pieprasījums pēc to remonta.

Kravu pārvadājumu līderi pasaules tirgū 2016. gadā bija jaunattīstības valstis – 59% iekrautu un 64% izkrautu kravu, pārejas ekonomikas valstis – attiecīgi 6% un 1%, attīstītās valstis – 35% visu kravu kopā. Ķīna ir līderis ostu infrastruktūras sakārtošanas izdevumu plānošanā – 14,24 triljoni ASV dolāru. Kopumā Āzijas reģions (Rietumāzija, attīstītā Āzija un citas jaunās Āzijas valstis) plāno līdz 2030. gadam šim nolūkam tērēt vairāk nekā 27 triljonus ASV dolāru.

4. Analizējot globālo kravu pārvadāšanas ūdens transporta parku, autors secināja, ka starp ES valstīm 2016. gadā līderis tirdzniecības flotē pēc faktiskajām īpašumtiesībām bija Grieķija ar 308 836,9 tūkst. tonnu kravas, Vācijai otrā vieta – 112 028,3 tūkst. tonnas, bet Apvienotā Karaliste trešajā vietā – 51647,62 tūkst. tonnas. Jāuzsver, ka starp Baltijas valstīm Latvijai – 1061,755 tūkst. tonnas, Lietuvai – 192,849 un Igaunijai – 316,609 tūkst. tonnu kravas. Ņemot vērā pasaules tendences jūras transporta izmantošanā un Latvijas pieredzi jūras transportā, īpašumtiesībās un kuģu būves un kuģu remonta nozarē, Latvija, pēc autora domām, varētu turpināt veiksmīgi attīstīt jūras transportu, kuģu būves un kuģu remonta nozari, ieviešot inovācijas šajā nozarē.

5. Balstoties uz starptautisko organizāciju statistikas datiem, arī Latvijā var noteikt prioritāros virzienus kuģu remonta un kuģu būves nozares attīstībai. Saskaņā ar loģistikas veiktspējas indeksa (*Logistics Performance Index*) novērtējumu no 160 pasaules valstīm Latvija ir 43. vietā, Lietuva – 29. vietā un Igaunija – 38. vietā. Latvijai zemi rādītāji tādās pozīcijās kā muita – 45. vieta; infrastruktūra – 41. vieta (Lietuva 27. vietā); trasēšanā un izsekošanā – 49. vieta, Lietuvai šajā pozīcijā ar 27. vietu aizsteidzoties priekšā arī Igaunijai (48. vietā).⁹⁸ Lielākā Latvijas kuģu bruto ietilpība ir reģistrēta Māršala salās, Libērijā, kā arī ES valstīs – Kiprā un Maltā. Kopumā visiem Latvijas īpašniekiem 2017. gada beigās bija 1061,755 tūkst. tonnu kuģu ietilpības.

6. Kuģu būves un kuģu remontu nozares analīze Latvijā ir parādījusi, ka no 2005. līdz 2012. gadam uzņēmumu skaitā bija vērojams pieaugums. Nozarē 2012. gadā reģistrēti 50 uzņēmumi, 2016. gadā – 47. Vienlaikus nozares darbinieku skaits no 2005. gada līdz 2008. gadam samazinājās, attiecīgi 1269 un 1047. No 2009. līdz 2011. gadam darbinieku skaits samazinājās par 866 cilvēkiem, samazinājums bija 32% salīdzinājumā ar 2005. gadu. Apgrozījums kuģu un laivu būvē no 2008. līdz 2014. gadam samazinājās, kritums bija 35,8% 2014. gadā salīdzinājumā ar 2008. gadu. Tikai inovācijas kopā ar augsti kvalificētu un motivētu cilvēkkapitālu var nodrošināt konkurētspējas palielināšanos un uzņēmumu ilgtspējīgu attīstību. Ir nepieciešams izstrādāt īpašu programmu kvalificēta cilvēkkapitāla sagatavošanai atbilstoši nozares vajadzībām, nepārtrauktas personāla apmācības un pārkvalificēšanas sistēmas izveidei un uzturēšanai. Ir jāuzlabo atalgojuma sistēma, lai tā atbilstu Eiropas standartiem.

⁹⁸ Tracking & tracing has become an informal name for the system that is used for tracking items via standardized reference numbers or dedicated barcodes. Tracking and tracing provides detailed information concerning cross-border shipments. The World Bank Report of LPI, 2017.

7. Latvijā lielākā daļa kravu pārvadājumu koncentrējas 3 ostās: Rīgā, Ventspilī un Liepājā. Statistikas datu bāzē kā mazākas ostas figurē Salacgrīvas, Rojas, Engures, Mērsraga u.c. ostas. Liela daļa kravu iekrauta Rīgas ostā – 2016. gadā 59647,3 tūkst. tonnu, kas ir dubults apjoms salīdzinājumā ar 2015. gadu. Savukārt 2017. gadā Rīgas ostā bija 118 044 tūkst. tonnu, kas ir par 75% vairāk nekā 2015. gadā. Izaugsmes dinamika iekrauto kravu apjomā bija vērojama Ventspilī – 2017. gadā kravu apjoms salīdzinājumā ar 2015. gadu palielinājās par 75%. Liepājas ostā salīdzinājumā ar Rīgas un Ventspils ostām ir mazāks kravu daudzums, tomēr dinamika redzama arī šeit – noslogoto kravu proporcija 2017. gadā bija 3,85 reizes lielāka nekā 2015. gadā. Kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumi ir nozīmīgi reģiona ekonomikai un visai valstij – ievērojami nodokļi tiek regulāri iemaksāti valsts budžetā. Izpētītajā periodā Liepājas kuģu būvētavas administratīvo nodokļu maksājuma pieaugums palielinājās – 2015. gadā 397,78 tūkst. EUR un 2017. gadā 537 tūkst. EUR, kas ir par 26% vairāk. Rīgas kuģu būvētava 2015. gadā samaksāja administratīvajos nodokļos 809,65 tūkst. EUR, kas ir gandrīz divreiz vairāk nekā Liepājas kuģu būvētavai. Maksājumu apjoms samazinājās 2016. gadā, bet kopējā nodokļu summa 2017. gadā bija 836,13 tūkst. EUR, kas ir par 3,3% vairāk nekā 2015. gadā.

Pašlaik kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumi regulāri iemaksā ievērojamus nodokļus Latvijas valsts budžetā (2.4. tabula).

8. Latvijā kuģu būves un kuģu remonta nozare var veiksmīgi attīstīties, tikai uzlabojot uzņēmumu konkurētspēju. To var panākt, virzot nozari uz nepārtrauktu aktīvu inovāciju darbību un inovāciju ieviešanu. Katram nozares uzņēmumam ir savas īpašības. Riska apjoms lielā mērā ir atkarīgs no uzņēmuma augstākās vadības riska uzņemšanās spējam investīciju procesā. Kā iespējamie zaudējumi ir šādi galveno risku veidi: finanšu riski, politiskie riski, likumdošanas izmaiņu riski un transporta riski. Saskaņā ar nozares ekspertu viedokli, *pirmajā un otrajā inovācijas procesa posmā* riska līmenis ir 0,3. Ņemot vērā produkcijas viengabalainības un neliela apjoma raksturu, kuģu būves nozares uzņēmumi galvenokārt izmanto universālas iekārtas un iekārtas. Tādēļ *inovācijas procesa trešajā posmā*, kad tiek apgūtas jaunās tehnoloģijas un produktu veidi, riski ir diezgan būtiski. To apjoms ir noteikts 0,35. Šajā posmā uzņēmuma darbinieki identificē inovācijas projekta trūkumus, kas iepriekš nav novērsti. Var būt riski, kas ir saistīti ar kvalificētu darbinieku trūkumu. Lai novērstu šos riskus, tiek veikta personāla profesionālā pilnveide. *Inovāciju procesa ceturtajā posmā* tiek realizēta mārketinga taktika, tiek organizētas reklāmas kampaņas, paplašināti ārējie sakari ar klientiem. Pašreizējā vidē daudzi uzņēmumi izmanto starpnieku pakalpojumus, lai tie darbotos tirgos. Visbiežāk Latvijas kuģu būves nozares uzņēmumi strādā tieši ar klientiem, tikai retos gadījumos izmanto aģentu un brokeru pakalpojumus. Tās var būt gan fiziskas, gan juridiskas personas. Starpnieku izmantošana rada zināmus riskus produktu realizācijas procesā, jo uzņēmumi zaudē kontroli pār šo procesu. Kopumā inovāciju ceturta posma riski, pēc nozaru ekspertu domām, veido 0,2.

9. Pētījuma ietvaros tika identificēts, ka lielākā daļa risku kuģu būves un kuģu remonta nozarē Latvijā varētu būt ļoti mazi, mazi un vidēji riski. Faktiski nav tādu risku, kas svārstās no 0,6 līdz 1,0. Bet teorētiski iespējamo zaudējumu apjoma dēļ riski aizņem visu vērtību diapazonu, sākot no nenožīmīgiem līdz katastrofāliem zaudējumiem. Katram nozares uzņēmumam ir jānosaka savs riska tolerances līmenis atbilstoši uzņēmumam raksturīgajai risku uztverei un vēlmei riskēt. Galīgajam lēmumam par risku uzņemšanos un optimizēšanu nozares uzņēmumos vajadzētu būt augstākā līmeņa vadības prerogatīvai. Nozares uzņēmumu augstākā vadība īpašu uzmanību pievērš mārketinga nodaļu darbībai, jo to pienākumos ietilpst komerciālie un finanšu riski. Komerciālie riski pēc aprēķiniem nozarē ir ļoti mazi, bet var būt arī ļoti liela iespējamā kaitējuma pakāpe. Finanšu riski ir pietiekami lieli – līdz 0,6. Nepieciešams pievērst pastāvīgu uzmanību politiskajiem riskiem, it īpaši starptautiskā

mērogā, kā arī uzraudzīt izmaiņas Latvijas nodokļu likumdošanā. Pēdējie riski ir mazi, bet iespējamo kaitējumu apjoms var būt ļoti ievērojams.

10. Digrāfī, kuros tiek aprakstīta ietekme uz kuģu būves nozares faktoru sistēmas konkurētspēju, tika pārbaudīti attiecībā uz absolūto stabilitāti un impulsu stabilitāti. Šim nolūkam tika analizētas šo digrāfu blakusparādību matricas. Digrāfa stabilitātes trūkums nozīmē, ka aplūkotā faktoru sistēmā negatīvie procesi var rasties un pat pastiprināties, kas, piemēram, var mazināt inovācijas potenciālu un nozares konkurētspēju. Sistēma ir absolūti nemainīga, un impulss ir nestabils, kas negatīvi ietekmē tā konkurētspēju. Sākotnējais impulss jebkurā digrāfa virsotnē var izraisīt lielākus impulsus citās virsotnēs un novest pie nevēlamām sekām – samazināt nozares konkurētspēju. Impulsa procesu pētījums sistēmā parādīja, ka lielāko negatīvo ietekmi uz nozari un tās konkurētspēju rada tirgus konkurentu darbība. Tas jo īpaši ietekmē mazāku inovāciju potenciālu nozarē un jauninājumu ieviešanu. Pozitīvākā ietekme uz inovāciju potenciālu tiek panākta, piesaistot augsti kvalificētus nozares speciālistus, radot labvēlīgu vidi inovāciju komandām, kā arī finanšu resursu pieejamība. Lai atrisinātu digrāfu sistēmas uzvedības prognožu problēmu, modelēšanas padziļināta analīze tika veikta, pētot impulsu procesus sistēmā. Pulss attiecas uz pozitīvu vai negatīvu vienības ievadi uz digrāfa virsotni, piemēram, līdzekļu iedalīšana dažām inovācijām. Ļoti nozīmīgs ieguldījums nozares konkurētspējas uzlabošanā tiek panākts, ieviešot vienības impulsu komandas virsotnei – radošajai gaisotnei: inovāciju potenciāls, inovāciju un konkurētspējas palielināšanas. Nozares ieņēmumi palielinās, un līdz ar to palielināsies finanšu resursi.

11. Lai sasniegtu vadošo pozīciju pasaules tirgos, kuģu būves un kuģu remonta nozares uzņēmumiem Latvijā vajadzētu pāriet uz augstāku ekonomiskās izaugsmes līmeni, kas atbilst piektajam tehnoloģiskajam vilnim, un tas balstīts uz inovācijām. Inovācijas var uzskatīt par kompleksu stohastisku jauninājumu radīšanas un izplatīšanas procesu. Pētījumā izveidots inovācijas procesa nelineārais interaktīvais modelis Latvijas kuģu būves un kuģu remonta nozarē, respektējot risku nelabvēlīgo ietekmi. Šis modelis pienācīgi ņem vērā visu galveno faktoru ietekmi un to mijiedarbību inovācijas procesā. Inovācijas procesa kā sarežģītas sistēmas modeļa analīzē tiek izmantota kognitīvo sistēmu pieeja. Inovācijas procesa modelis matemātiski tiek uzskatīts par svērtu digrāfu. Galvenās risku grupas tiek identificētas kā atsevišķas digrāfa virsotnes, jo tām ir nozīmīga loma operatīvo faktoru sistēmā: riski un negatīvas attiecības, kas iedragā sistēmas līdzsvaru. Vislielāko negatīvo ietekmi uz inovāciju procesu var radīt riski, kas saistīti ar jaunu produktu ieviešanu ražošanā. Kopumā pētījumā analizētais svērtais grāfs ir nesabalansēts.

Tādēļ jebkurš inovāciju process nav pietiekami stabils galvenokārt riska radīto seku dēļ. Tas atspoguļo nepārtrauktu risku identificēšanas un pārvaldības nepieciešamību visos inovācijas posmos. Nozīmīga loma inovācijas procesa stabilitātē ir mārketingam, laikus meklētiem jauniem tirgiem. Lai pārbaudītu inovācijas procesa modeļa absolūto un impulsa stabilitāti, tika veikta atbilstošā svērtā digrāfa blakusparādību matricas analīze. Rezultāti ir parādījuši, ka inovāciju procesa modeļa faktoru sistēma absolūti ir nestabila un impulss ir nestabils. Sistēmā radīto risku dēļ inovācijas procesu var palēnināt vai pat apturēt. Kopumā impulsu izplatīšanās process inovācijas modelī ir diezgan nevienmērīgs un nestabils: var samazināt impulsu vērtības digrāfa virsotnēs nākamajos laika periodos. Tas liecina par nepārtrauktu stingru inovācijas procesa kontroli, jo īpaši kontekstā ar esošajiem un potenciālajiem riskiem.

Tātad pētījuma mērķis un uzdevumi ir izpildīti, un iegūtie pētījumu rezultāti pierāda izvirzītās hipotēzes.

Galvenās problēmas un to risinājumu iespējas

- 1. Problēma.** Nozares inovācijas un konkurētspējas faktora novērtējuma modeļa trūkums.

Problēmu risinājumi:

- Autora piedāvātās kognitīvās kartes izmantošana ļaus novērtēt inovāciju un konkurētspējas ietekmi uz konkrēto valsts nozari.

- 2. Problēma.** Kuģu būvniecības Latvijā attīstībai jāņem vērā riski.

Problēmu risinājumi:

- Autora piedāvātās četru ciklu inovācijas shēmu izmantošanai kuģu būvniecības industrijā.
- Nelineārais interaktīvais inovācijas procesu modelis kuģu būvniecībā Latvijā ļaus attīstīt kuģubūves nozari Latvijā, ņemot vērā nozares riskus.

- 3. Problēma.** Jaunu ražošanas ēku un būvju celtniecība un/vai esošo ražošanas ēku un būvju kapitālremonts.

Problēmas risinājumi:

- Valstij nepieciešams veicināt nepieciešamo ražošanas fondu atjaunošanu nozarē.
- Nepieciešams izstrādāt atvieglotu kreditēšanas sistēmu rūpniecības uzņēmumiem.

Iepriekš minēto problēmu veiksmīgs risinājums veicinās kuģubūves nozares konkurētspēju Latvijā.

CONTENT

ABSTRACT.....	63
INTRODUCTION.....	64
1. THEORETICAL ASPECTS OF INTRODUCING INNOVATIONS IN THE ECONOMY.....	69
1.1. The Nature and Impact of Innovations on the Competitiveness in the Economy.....	69
1.2. Methodology for Assessing the Relationship of the Main Factors Affecting the Competitiveness of the Industry.....	73
1.3. Methodology for Assessing the Relationship of the Main Factors Affecting the Competitiveness of the Industry.....	80
2. CHARASTERISTICS OF THE DEVELOPMENT OF THE SHIPBUILDING AND SHIP REPAIR INDUSTRY OF LATVIA IN MODERN CONDITIONS.....	84
2.1. Analysis of the Development of Shipbuilding and Ship Repair Industry in the World Economy.....	85
2.2. Analysis of Development Trends of the Building of Ships and Boats Area in Latvia.....	89
2.3. Investment and Innovation Activity as a Basis for the Development of the Building of Ships and Boats Area in Latvia.....	93
2.3.1. Risks in the Building of Ships and Boats Area in Latvia.....	93
2.3.2. Risk Characteristics of Innovative Processes in the Building of Ships and Boats Area in Latvia.....	95
3. WAYS TO IMPROVE THE COMPETITI VENESS OF THE BUILDING OF SHIPS AND BOATS AREA OF LATVIA.....	98
3.1. Assessment of the Sustainability of the System of Factors Affecting Competitiveness of the Building of Ships and Boats Area of Latvia.....	99
3.1.1. Forecasts of Competitiveness of the Building of Ships and Boats Area.....	100
3.2. Expert Estimation of the Main Problems of Enterprises of the Industry.....	101
3.3. Development of an Interactive Model of Innovation Processes.....	109
3.4. Recommendations for Improving the Competitiveness of Enterprises of the Shipbuilding and Ship Repair Industry.....	114
CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.....	116

ABSTRACT

The growth of the world gross product and the increase in maritime cargo transport have established the goal of the present research – to study the competitiveness of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia.

In Chapter 1 of the present research, the author explores theoretical aspects of introducing innovations in the economy. The classification of the assessment of the methods of competitiveness is provided from the perspective of introducing innovations. The author proposes a model for assessing the factors of innovation and competitiveness of the industry, and develops a methodology for assessing the relationship of the main factors affecting the competitiveness of the industry.

In Chapter 2 of the Doctoral Thesis, the author performs the analysis of the world maritime cargo transport. Leaders in maritime cargo transport are defined; leaders in the field of shipbuilding are investigated both in the world and in the EU countries. The analysis of the marine fleet of Latvia, the EU countries, and the countries of the world as a whole is carried out. The author devotes special attention to the development of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. The analysis, performed with the help of econometric methods, demonstrates the influence of the building of ships and boats area on the economy of Latvia as a whole.

In Chapter 3, the author develops and evaluates the sustainability of the system of factors affecting the competitiveness of the building of ships and boats area in Latvia. An interactive model of innovation processes is also developed and forecasts of competitiveness of the building of ships and boats area are carried out. Using econometric models, the author performs an expert estimation of the main problems of enterprises of the industry, on the basis of which recommendations are formulated. The growth of the world gross product and the increase in maritime cargo transport have established the goal of the present research – to study the competitiveness of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia.

Key words: region, innovations, competitiveness, building of ships and ship repair.

Introduction

Topicality

Maritime transport has undergone radical changes over the past century; its role in the world economy and foreign trade is still of considerable importance. It was marine transport that to a great extent ensured and continues to ensure the development of world economic relations and the spatial expansion of economic activity. Maritime transport is one of the most universal modes of transport specialising in international transport. It accounts for more than 70 % of all world cargo transportation, the total volume of cargo is about 3.6 billion tons per year, and it also serves about 4/5 of all international trade. It is marine transport that does not contribute to separation, but rather promotes the union of countries and continents⁹⁹.

Taking into account the current trends in the development of the world economy, it is vitally important for each country's economy to have competitive advantages, thanks to which it will develop both at the national level and in the international arena. However, the development of production and, as a consequence, the maintenance of economic growth and, hence, the entry to the international market are impossible without a developed logistics system. For Latvia, this issue is especially topical owing to the characteristics of the geographical situation.

Latvia historically and geographically is a maritime country. The peoples living on the shores of the Baltic Sea built fishing boats and larger vessels from the earliest times in order to trade along the sea routes with other countries. Therefore, at present the shipbuilding industry – construction, repair and maintenance of ships and other water craft – is an important link in the country's industry. The number of permanent employees in this industry in Latvia is more than 1 ths. people in 2018, and the number of enterprises varies from 40 to 50 in the period from 2010 to 2016. The largest enterprises of the industry (Riga and Liepaja Shipyard) annually pay taxes to the state budget in the amount of about 300 ths. €. The number of permanent employees at these plants is about 750 people on average¹⁰⁰.

The shipbuilding and ship repair industry of Latvia needs constant improvement, **increase of competitiveness** in order to successfully compete with similar enterprises of other countries and regions of the world in the struggle for orders of customers. The leading enterprises of the industry have business contacts with more than 15 countries. These include many countries in Europe (Germany, Sweden, Norway, etc.) and other regions of the world (Russia, Panama, Cambodia, etc.). Competitiveness is a key indicator that comprehensively characterises the operation of entrepreneurial structures. It stipulates the achievement of a qualitatively new level of development of the productive forces that meet the highest contemporary requirements, which presuppose the formation of a new technological order in the development of means of production and the achievement of high quality labour resources.

Degree of Scientific Elaboration of the Problem

Transformational processes in the Latvian economy have led to an increase in the share of services and a decrease in the level of production. However, the experience of doing business in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia, according to the author, can be competitive not only in the countries of the European Union, but also in the world. Innovation is the factor of the industry competitiveness. Competitiveness issues were studied by such

⁹⁹ Лимонов Э.Л. Внешнеторговые операции морского транспорта и мультимодальные перевозки. СПб.: Информационный центр «Выбор». 2017, 311 с. (in Russian).

¹⁰⁰ Central Statistical Bureau of Latvia base <http://www.csb.gov.lv/en/dati/explanation-symbols-database-40691.html> TARGET=_blank>Explanation of symbols in database

scientists as M.E. Porter¹⁰¹, McKinsey¹⁰², I. Ansoff, L. Thurow¹⁰³, R. Nelson¹⁰⁴; the impact of innovations on competitiveness was estimated by J.Schumpeter¹⁰⁵, Peter Drucker¹⁰⁶, Brian Quinn, Helen Walters, Larry Keeley and Ryan Pikkell¹⁰⁷. A significant contribution to the assessment of innovations in the Latvian economy is made by such scientists as Dubra I., Jesiļevska S., Kairiša M., Lāce N., Magidenko A., Šenfelde M., Šumilo Ē., Vasiļjeva L. & others.

However, the impact of innovations on the competitiveness of the shipbuilding and ship repair industry was not considered to a full extent.

The author has put forward the following hypotheses:

1. The method of evaluating impulse processes reveals the negative factors affecting the shipbuilding and ship repair industry in Latvia and provides forecasts of its development.
2. The use of the nonlinear interactive model of the innovation process in the building of ships and boats area in Latvia contributes to the successful development of the industry.

The goal of the Doctoral Thesis is to assess the impact of innovation activity on the competitiveness of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia.

To achieve the goal of the Doctoral Thesis, it is necessary to fulfil the ***following tasks***:

1. To classify methods of competitiveness from the perspective of innovation activity.
2. Based on the classification of methods of assessing competitiveness and developed principles, to develop a model for assessing the factors of innovation and competitiveness of the industry.
3. To develop a methodology for assessing the relationship of the main factors affecting the competitiveness of the industry.
4. To perform an analysis of the development of the shipbuilding and ship repair industry in the world economy, the countries of the European Union.
5. To investigate the development trends of building of ships and boats area of Latvia.
6. Using econometric methods, to assess risks of investment and innovation activity in building of ships and boats area of Latvia.
7. To assess the sustainability of a system of factors affecting the competitiveness of the building of ships and boats area of Latvia.
8. To perform an expert estimation of the main problems of the enterprises operating in the building of ships and boats area of Latvia, using econometric methods.
9. To develop an interactive model of innovation processes, using economic and mathematical methods.
10. Based on the conducted research, to formulate conclusions and recommendations regarding the building of ships and boats area of Latvia.

The object of the research is the shipbuilding and ship repair industry in the world economy and Latvia.

The subject of the research is patterns of the influence of innovative development on competitiveness of the shipbuilding and ship repair industry.

¹⁰¹ Porter M. E. The Competitive Advantage of Nations. Free Press. NewYork, 1998.

¹⁰² McKinsey & Company (2008). Enduring Ideas: The GE–McKinsey nine-box matrix. Available at: http://www.mckinsey.com/insights/strategy/enduring_ideas_the_ge_and_mckinsey_nine-box_matrix

¹⁰³ Thurow L. Fortune Favorsthe Bold. NewYork, 2003.

¹⁰⁴ Nelson R. National Innovation Systems: a ComparativeAnalyses. NewYork. 1993.

¹⁰⁵ Joseph A. Schumpeter, The Theory of Economic Development An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle, Harvard Economic Studies 46, 1983, 255 pages.

¹⁰⁶ Peter Drucker NewYork - Business & Economics - 2012 , 272 page.

¹⁰⁷ Brian Quinn, Helen Walters, Larry Keeley, and Ryan Pikkell Ten Types of Innovation: The Discipline of Building Breakthroughs 2013, 276 pages.

Methods of the research

The methodology assumes the system approach to problem solving, providing unity of qualitative and quantitative methods:

- Monographic, document analysis method makes it possible to carry out a detailed study based on extensive scientific literature review and law;
- Statistical research method. The author of the research used the cross-correlation analysis (correlation analysis, regression analysis). The verification of the obtained regression equations for consistency was performed using the Fisher criterion. The regression equations were checked for autocorrelation of the residues according to the Durbin–Watson criterion (DW). It is widely used in Chapters 2 and 3;
- Graphical analysis method. It allows for the measurement of the relationship between the nature and form of graphics design, image-building framework;
- Content analysis. Information source form and content of systematic, numerical processing evaluation and interpretation;
- Interviews method. The method of expert estimation, paired comparisons, method of group decision making, method of average arithmetic ranks, median rank method were used.

The Doctoral Thesis widely employs the analytical materials published by various organisations, such as the World Trade Organisation, International Monetary Fund.

Restrictions and Limitations of the Research

In accordance with the classification of the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), the author has performed the analysis of world maritime cargo transport in developed countries: the United States, Israel, Japan, Andorra, EU-28, Norway, Switzerland, Australia, New Zealand; in developing countries: Africa, Asia, China, India, Latin America and the Caribbean, Brazil; in transition economies: former USSR and Yugoslavia.

Research Results

The following scientific results have been achieved within the framework of the research conducted by the author:

1. The methods of assessing competitiveness have been classified by the author and the methods existing in the economy have been divided into the following groups: matrix methods, methods based on the evaluation procedure of goods or services, methods based on the theory of effective competition, methods based on an integrated assessment. This classification will allow ranking the level of competitiveness of the enterprise when assessing its innovation activity.
2. The model for assessing the factors of innovativeness and competitiveness of the industry has been proposed by the author on the basis of the developed principles for assessing innovativeness and the algorithm for determining competitiveness, which envisages the following stages: setting the goal of the evaluation; identification of areas (types of activity) that are taken into account in the analysis; choice of method and basis of comparison; determining characteristics to be measured; evaluation of the selected characteristics; calculation of the generalized, integral indicator of competitiveness; conclusions about competitiveness in the industry.
3. A model of the system of relationships of the main factors affecting competitiveness has been developed in the form of a cognitive map, among which: competitiveness in the industry; innovations implemented in the companies of the industry; cooperation of companies of the industry in terms of implementation of innovations; revenue of the companies of the industry, including revenue from innovations; commercial activity of competitors in the markets; potential for innovations created in the industry; financial resources of companies of the industry that can be used for innovations;

assistance and financial aid from the state in the implementation of innovations; teams of highly qualified and motivated specialists in the companies of the industry; creation of a creative “climate” in the teams of specialists of company, which is necessary for the implementation of new complex technologies and the introduction of scientific research results; the development of modern equipment, technologies, the introduction of scientific research in the companies of the industry; political situation in the society related to the difficult international situation and internal problems in the country. The model proposed by the author will allow to a full extent assessing the impact of innovations and competitiveness in a particular industry.

4. The comparative analysis of shipbuilding and ship repair industry in the world economy and the countries of the European Union has been performed, the place of Latvia in the shipbuilding industry of the world has been shown and the impact of the building of ships and boats area in Latvia on the economy of the country as a whole has been estimated using econometric methods.
5. The risks of investment and innovation activity in the building of ships and boats area in Latvia have been assessed. The research uses a systemic cognitive approach. This has made it possible to establish that *risks play an important role* in the processes of innovative transformations to increase the competitiveness of enterprises. They can adversely affect the processes of innovation, thereby reducing the level of competitiveness.
6. The main problems in the building of ships and boats area in Latvia have been identified by the author on the basis of expert evaluation (a survey of 12 experts), using the following methods: the method of paired comparisons, method of group decision making, method of average arithmetic ranks and median rank method. The research has analysed the characteristics of the risks that accompany all stages of innovation processes at the companies of the industry as well as provided expert evaluation of the risks. The author has proposed and analysed the enlarged scheme of the four-cycle innovation process for companies of the shipbuilding industry.
7. The nonlinear interactive model of the innovation process in the building of ships and boats area in Latvia has been proposed by the author. Taking into account risks in the industry, the model will allow developing the shipbuilding industry in Latvia.

The practical value of the Doctoral Thesis

Practical significance of the research lies in the comparative analysis of the shipbuilding industry in the world, the EU countries and Latvia. The analysis of the impact of shipbuilding and ship repair industry made it possible to identify the problems of the industry using expert estimation. The survey has been conducted using econometric methods. The obtained results have been implemented in the study courses “World Economy” delivered to the students of the Bachelor and Master study programmes at the Baltic International Academy. The Thesis also reveals the impact of the shipbuilding and ship repair industry of Latvia and its economic development.

Approbation of the main provisions and conclusions of the Doctoral Thesis has been carried out by the author primarily in his field of professional activities – at Liepaja Shipyard in the period of 2013–2018. All the main results of the research have been presented at 8 international scientific conferences in Latvia and abroad. The research results have also been demonstrated in 9 scientific conference proceedings in the form of publications, 4 of which are included in the international databases EBSCOhost, SCOPUS, IC, CEEOL.

Time and Regional Frameworks of the Research

The Thesis analyses the theoretical concepts of the period from the second half of the 20th century until the beginning of the 21st century. Empirical research data have been collected in the period from April 2012 to May 2018.

Propositions for Defence:

1. The developed model of the system of relationships of the main factors in the form of a cognitive map will allow to a full extent assessing the impact of innovations and competitiveness in a particular industry.
2. The development of the building of ships and boats area in Latvia is influenced by the global market of maritime cargo transport. Accounting for risks in the industry will allow successfully developing the shipbuilding and ship repair industry of the country.
3. The evaluation of impulse processes proposed by the author reveals the negative factors affecting the shipbuilding and ship repair industry of Latvia and provides forecasts of its development.

The research within the framework of the Thesis is implemented on the basis of time series data starting from 2013 and including the year 2017. The calculations use statistical data of the countries, data of the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) for the period of 1980–2016, World Trade Organisation (WTO) for the period of 2000–2016.

The structure of the Doctoral Thesis is determined by the goal, objectives and logic of the research. The Thesis includes introduction, three chapters, conclusion and references.

Introduction

Introduction demonstrates the relevance of the research topic. The hypotheses, goals and objectives of the research, its subject, object, scientific novelty and practical significance are identified, as well as the literature review of examined sources and applied scientific methods are presented.

Chapter I explores the theoretical aspects of introducing innovations in the economy. The classification of the assessment of the methods of competitiveness is provided from the perspective of introducing innovations. To assess the competitiveness of the industry, the following principles are proposed: complexity, relativity and systematicity. On the basis of the formulated principles, the author proposes a model for assessing the factors of innovativeness and competitiveness of the industry, and develops a methodology for assessing the relationship of the main factors affecting the competitiveness of the industry.

In **Chapter II**, the author performs an analysis of the world maritime cargo transport. The leading countries in maritime cargo transport are identified; the leaders both in the world and in the EU countries in the shipbuilding industry are studied, as well as the structure of maritime cargo transport and the owners of the world cargo fleet are investigated. The author also examines leaders in the port economy of the world and performs the analysis of the maritime cargo fleet of Latvia, EU countries and the countries of the world as a whole. Special attention is also devoted to the development of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. The analysis carried out using econometric methods demonstrates the influence of the industry of the building of ships and boats area on the economy of Latvia as a whole.

In **Chapter III**, the author develops and performs the assessment of the sustainability of the system of factors affecting the competitiveness of the building of ships and boats area of Latvia, develops an interactive model of innovation processes and makes the forecasts of competitiveness of the building of ships and boats area. Using econometric models, the author carries out expert estimation of the main problems of enterprises of the industry, on the basis of which recommendations are formulated.

Chapter 1. Theoretical Aspects of Introducing Innovations in the Economy

Ensuring stable economic growth is a multifaceted problem. The main growth characteristics that need to be met are the following: steady growth in the medium and long term; avoiding decisions that give short-term effects; promotion of innovative projects; consideration of social development priorities. Innovative projects should also be aimed at increasing labour productivity and quality, reducing the energy intensity and resource intensity of the economy.

1.1. The Nature and Impact of Innovations on the Competitiveness in the Economy

In the middle of the 20th century, J. Schumpeter believed that enterprises needed to innovate in order to renew production and intensify their activities¹⁰⁸. C. Nuur, L. Gustavsson, S. Laestadius proposed the following definition of the concept of innovation: *It is the development, adoption and application of new ideas, processes, products or services*¹⁰⁹.

In the middle of the 20th century, J. Schumpeter believed that enterprises needed to innovate in order to renew production and intensify their activities. C. Nuur, L. Gustavsson, S. Laestadius proposed the following definition of the concept of innovation: *It is the development, adoption and application of new ideas, processes, products or services*.

Innovation is understood as a result of intellectual, scientific and technical or other activities in a particular field to effectively change a control object by introducing innovations. The goal of innovation is to improve the company's competitiveness, the quality of goods, services and, subsequently, the company's profit. These fundamental changes associated with innovation should take place in virtually all areas of companies of the industry: applied equipment, technologies, materials, arrangement of work, management, etc.

There are a fairly large number of definitions of the concept of innovation that were provided by different scholars at different times¹¹⁰. The common idea of all definitions is that innovation is considered a process. In contemporary interpretation, innovations are understood as the updating processes that underlie the success of each enterprise¹¹¹.

Other authors treat innovations as a means of changing enterprise, reaction to changes in the environment or implications of influence on the external environment^{112,113,114}. These may be new products or services, new technological processes, a new structure of the enterprise or its administrative system.

Definition of the concept of innovation by the European Commission is the following¹¹⁵: *The successful production, assimilation and exploitation of novelty in the economic or social sphere*.

The Ministry of Economics of Latvia proposed the following definition¹¹⁶: *Innovation is a process in which new ideas, developments and technologies in scientific, technical,*

¹⁰⁸ Schumpeter J. Capitalism, Socialism and Democracy. Unwin Paperbacks. London, 1987.

¹⁰⁹ Nuur C., Gustavsson L., Laestadius S. Promoting regional innovation systems in a global context. Journal Industry and Innovation, Vol. 16, No. 1, 2009.

¹¹⁰ Svetlana Jesiļevska, "Inovāciju statistisko datu kvalitātes dimensiju novērtējums". Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 2017.

¹¹¹ Ritzer G. The Globalization of Nothing. New York, 2004.

¹¹² Астапов К. Стратегия развития в постиндустриальной экономике. «Мировая экономика и международные отношения». Журнал Российской АН, издательство «Наука», №2. Москва, 2006 (in Russian).

¹¹³ Тоффлер Э. Метаморфозы власти. Знание, богатство и сила на пороге XXI века. Москва, 2003 (in Russian).

¹¹⁴ Porter M. The Competitive Advantage of Nations. The Free Press. New York, 1990.

¹¹⁵ European Commission, „Innovation Management and the Knowledge – Driven Economy”. [revised 2013.09.08]

¹¹⁶ LR Likums "Par Nacionālo inovāciju programmu 2003.-2006.gadam". [revised 2009.08.12], [http://www.likumi.lv/doc.php?id=73699/...](http://www.likumi.lv/doc.php?id=73699/)

social, cultural or other spheres are implemented in a marketable and competitive product or service.

In the opinion of the author of the Doctoral Thesis, for Latvia the most appropriate definition of innovation is the one proposed by the Ministry of Economics.

In Latvia, there have been an increasing number of studies devoted to innovative processes and factors affecting them in recent years. For example, in the Doctoral Thesis by Svetlana Jesiļevska the following goal was set: to perform the assessment of the quality of statistics on innovation in Latvia and to develop proposals for improving the quality of these data¹¹⁷. The use of the expert examination method was proposed for improving the quality of data measurements. The author assessed the quality of statistical data on innovations in Latvia. An interactive method was developed and approbated to reduce the effect of non-characteristic data on the measurement results. The author made practical suggestions for improving the process of collecting and processing statistics on innovations in Latvia.

In the Doctoral Thesis, S. Jesiļevska proposed using the method of expert examination in order to improve the accounting and analysis of statistics in general on innovation in Latvia. In the present research, the method of expert examination is used directly for the analysis and ranking of innovations in the production process, which, in the opinion of the author, directly promotes the introduction of innovations in enterprises and ensures high quality for statistical accounting of innovations. In the Doctoral Thesis, Ilona Dubra proposes a scheme that distinguishes technological and non-technological innovations. Technological innovations include innovative products and innovative processes. Innovative products are new or improved products or services. Innovative processes are new or improved production methods.

Innovations imply the following concepts of novelty¹¹⁸:

- Innovation is something new for an enterprise – other enterprises have already introduced novelties, but this novelty is still new for a particular company;
- Innovation is something new for the market – the enterprise first introduced innovation to the market;
- Innovation is something new for the entire world – the enterprise first in the world created innovation and introduced it to the industry.

In the Doctoral Thesis, I. Dubra investigated innovations at the enterprise level and performed an in-depth analysis of the scientific concepts and theoretical studies related to innovations in this field. Innovative processes were analysed using “input” and “output” indicators.

Innovation processes were analysed using different models^{119,120,121}. New trends in the development of the theory of innovations were also considered, for example, the paradigm of open innovation, which is defined as a combination of internal and external ideas, ways to improve production technologies in the enterprise¹²².

¹¹⁷ Svetlana Jesiļevska, “Inovāciju statistisko datu kvalitātes dimensiju novērtējums”. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 2017.

¹¹⁸ Ilona Dubra, “Inovācijas Baltijas valstīs un to ietekmējošie faktori”. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 2014.

¹¹⁹ Slama A., Spitzley A. An approach for measuring and assessing the innovation capability of manufacturing firms. Fraunhofer Institute Center IAO, 2008.

¹²⁰ Cooper R.G., Kleinschmidt E.J. An investigation into the new product process: steps, deficiencies and impact, Journal of Product Innovation Management, Vol. 3, No. 2, 1996.

¹²¹ Gopalakrishnan S., Damanpour F. A review of innovation research in economics, sociology and technology management, Omega. The International Journal of Management Science, Vol. 25, No. 1, 1997.

¹²² Romer P. Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy, № 5, 1990.

The classical paradigm of “closed innovation” implies innovative processes only within the boundaries of an enterprise itself. Modern trends of innovative development include greater cooperation of several enterprises with each other on the issues of innovation¹²³.

For successful implementation of innovations, enterprises need to cooperate with external organisations – to obtain specific knowledge from universities, research centres and other representatives of the industry¹²⁴. Attracting representatives of research organisations specialising in a particular field to participate in innovations is of utmost importance¹²⁵. It is necessary to organise the flow of knowledge among the academic environment, research centres and representatives of the industry – enterprises that implement innovations¹²⁶.

Cooperation in the field of innovation among enterprises, scientific research centers and universities creates prerequisites for innovation¹²⁷. This helps solve specific problems encountered during the implementation of innovations. Various models of interaction among participants of innovative processes have been developed, for example, a model that unites in this sphere the efforts of the state, enterprises and industry networks¹²⁸.

The so-called triple helix model has been proposed¹²⁹. This model shows the role of governance in relations among universities, industry and government. International organisations such as the UN, the World Bank, the OECD and the EU support economic cooperation, which is based on the triple helix model.

Modern trends in the development of the world economic, financial and information space raise new problems associated with the formation and development of methods and forms of management of regional economic systems.

Innovative processes are affected by many different factors: investment, information technology, investigation of sales markets, new technologies, equipment, etc¹³⁰. The orientation to the requirements of the markets for this new type of product is a very important factor¹³¹. It should be mentioned that the orientation of enterprises to the requirements of markets and the timely response to their changes should be the basis of innovation processes; however, each specific industry has its own strategy of innovation¹³².

In 2010, the results of a survey of more than 300 innovative enterprises in Slovenia for the period of 2005–2007 were published¹³³. The author of the study proposed a conceptual model of the influence of market orientation and active response to market changes on the

¹²³ Структура национального богатства. Журнал «Вопросы экономики», Российская АН, №2, Москва, 1999 (in Russian).

¹²⁴ Agrawal A. University-to-industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions. *International Journal of Management Reviews*, Vol. 3, No. 4, 2011.

¹²⁵ Brennenraedts R., Bekkers R., Verspagen B. *The Different Channels of University- Industry Knowledge Transfer: Empirical Evidence from Biomedical Engineering*. Eindhoven Centre for Innovation Studies, 2006.

¹²⁶ Hofer F. Knowledge transfer between academia and industry, in Schwartz, D.G. (Ed.). *Encyclopedia of Knowledge Management*, Idea Group Publishing, Hershey, PA, 2005.

¹²⁷ Dubra I. Key Factors Affecting Development of the Enterprise Innovation Capacity. *Current Issues in Economic and Management Sciences Conference Proceedings*. ISBN 978-9984-45-417-7, Riga: University of Latvia, 2011.

¹²⁸ Johnson W.H.A., Johnston D.A. Aligning technical and business goals in industry-university collaborative R&D projects: a tale of two projects. *Engineering Management Journal*, Vol. 13, No. 1, 2001.

¹²⁹ Etzkowitz H., Leydesdorff L. The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Journal Research Policy*, Vol. 29, 2000.

¹³⁰ Ekonomikas ministrija: „Inovācija. Buklets.” [revised 2013.06.04],
[/http://www.em.gov.lv/images/modules/items/Buklets_Inovacija.pdf](http://www.em.gov.lv/images/modules/items/Buklets_Inovacija.pdf) /

¹³¹ Mavondo F., Farrell M. Cultural orientation: its relationship with market orientation, innovation and organizational performance. *Journal Management Decision*, Vol. 41, No. 3, 2003.

¹³² Narver J.C., Slater S.F., MacLachlan D.L. Responsive and proactive market orientation and new product success. *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 21, No. 5, 2014.

¹³³ Bodlaj M. The impact of a responsive and proactive market orientation on innovation and business performance. *Economic and Business Review*, Vol. 12, No.4, 2010.

part of enterprises on their innovative development. It is important to collect and analyse information on possible problems of consumers of products in order to ensure rapid response of enterprises to solve emerging problems and strengthen the situation in the markets.

The analysis of competitors' activities, knowledge of their products and strategies play a strategically important role in strengthening the position of enterprises in the markets¹³⁴. Without such a preliminary analysis, enterprise managers can not make the right decisions. Both these analyses and the study of the needs and wishes of consumers include three aspects: obtaining information, its interpretation and integration. The processed information is integrated into innovation. The close integration of marketing and research is of utmost importance, which allows an enterprise to effectively utilise its technological capabilities.

Carrying out innovative transformations at enterprises and introducing modern high technologies, many problems arise, such as solving financial problems, lack of necessary specialists, solving environmental problems and others. Directly in the process of introducing innovations, as shown in the present research, there are various risks that can slow down the innovation processes and even lead to a complete abandonment of innovations, causing substantial financial losses¹³⁵. The present Doctoral Thesis is devoted to identifying the problems of innovative development of the regional economy and finding possible solutions by the example of a particular industry.

In each company, the portfolio is created taking into account features of particular production, market demands arising in the process of innovation activity, risks and other factors specific to particular production. When analysing the feasibility of implementation of innovations, the introduction of novelties and innovations, a factor of new product sales is of utmost importance.

In the modern world economy, technological innovations based on scientific achievements are the main instrument of competition, on which the dynamics of economic power of states depends. Staking on development of natural wealth and cheap human resources is unpromising. The knowledge-based economy distinguishes all developed countries from the underdeveloped.

It is generally accepted that there are two ways of economic development of states. The high road to competitiveness is the way of accelerated assimilation of new world knowledge and technologies, the implementation of R & D and the development of innovative production. However, the low road to competitiveness is most common among the developing regions, mainly through attracting foreign investors and providing them with cheaper labour and natural resources¹³⁶.

All developing economies, as a rule, undergo three stages of development, which differ in the ways of competition¹³⁷. At the first stage of development of factor-driven economy, the victory in the competitive struggle depends mainly on the costs of production – the value of natural and human resources.

At the second stage of development of investment-driven economy, competition is based on increasing the technical efficiency of production.

¹³⁴ Li R., Lin J., Chu P. The nature of market orientation and the ambidexterity of innovations. *Journal of Management Decision*, Vol. 46, No. 7, 2008.

¹³⁵ Aliev B., Kochetkov Yu. Risks in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. *VADYBA, Journal of Management*, vol.28, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2016, p. 9-13. ISSN 1648-7974.

¹³⁶ Trade and Development Report. UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development. New York, Geneva, 2003.

¹³⁷ Porter M. *The Competitive Advantage of Nations*. The Free Press. New York, 1990.

At the third stage of development of innovation-driven economy, the creation of new products and services of high enough price is of utmost importance. High consumer and market value of the goods is created with the help of technological innovations and advertising campaigns. This way of competition is available only to highly developed knowledge-based economies.

1.2. Methods and Principles of Enterprise Competitiveness Assessment

In his studies, M.Porter demonstrated that the competitive advantages of any country are based on the production factors of high-tech products rather than on commodity exports and cheap labour. The development of high-tech industries increases the value added, the revenue of the population and, ultimately, the country's GDP.

Here, for the successful promotion of innovations in the industry, it is also necessary to define the notion of competitiveness. Thus, competitiveness is the active state of the economic system; the process of creating competitive advantages is taking place. This process is the basis for the progressive development of society as a whole. Such a concept represents a systemic competitiveness. Its basic premises consist in the formation of a system of relations in the society that supports and concentrates collective national efforts on the development of individual enterprises, clusters and regional economic systems.

The strategy of competitive development of the state should turn into a coordinated programme of actions of the state, economic entities and public institutions based on a public dialogue. Competitiveness is systemic if its main factors can only be understood if there are interrelations among the elements formed at different levels of the socioeconomic system. This model of systemic competitiveness of the national economy includes four levels. All four levels have their own influence on competitiveness:

1. **The micro level.** Internal and intercompany conditions for sustainable economic development: the quality of management; innovative management; production management; development strategies; integration in technological networks; logistics; integration with suppliers and consumers.
2. **Macro level.** Stable macroeconomic, political and legal conditions. Policy: budgetary, monetary, tax, currency, trade.
3. **Meso level.** Increase of competitiveness of particular spheres of economy: infrastructure; technologies; education; foreign economic; regional; ecological.
4. **Meta level.** Forms of political and economic organisation aimed at sustainable development: socio-cultural factors; moral values; interaction of political, legal and economic organisations (WTO, IMF, etc.).

Increasing the competitiveness of the national economic system requires not only macroeconomic reforms, but also profound changes in the society. The state should as much as possible avoid the danger of the influence of political sentiments on economic factors. At the micro level, enterprises should reorganise in accordance with organisational, social and technical innovations. At present, in the world economy not individual enterprises compete, but groups of enterprises, industrial clusters. There is a need for structuring the meso level.

The development of regional economy is an important factor. Thus, the formation of competitiveness at the regional level is a multifaceted dynamic process in shaping the advantages in the competitive struggle. The positions of the manufacturing industries of the real sectors of economy are behind the position of any country in the world economy. In general, to make a decision on innovations, it is necessary to assess the competitiveness of a company as a whole. Competitiveness is a complex phenomenon and it can be manifested

through a set of indicators. To determine the position occupied by an economic entity in the domestic and foreign markets, it is necessary to assess its competitiveness¹³⁸.

In modern science, there are six basic approaches to determining competitiveness¹³⁹.

In accordance with the first approach, competitiveness is viewed from the perspective of advantages in comparison with competitors.

The second approach is based on the theory of equilibrium by A. Marshall. The manufacturer has no reason to go into another state, and he achieves maximum profit and sales.

The third approach implies assessing the competitiveness of product quality based on the compilation of polygonal profiles for different characteristics of competence.

The fourth approach is a matrix methodology for assessing competitiveness, which is implemented through the compilation of matrices and a preliminary choice of strategy.

The fifth approach is structural, in accordance with which the position of the enterprise can be assessed through such indicators as the level of monopolization of the industry, the presence of barriers for start-ups appearing in the market.

The sixth approach is functional, its representatives determine the relationship between costs and price, the volume of use of production capacities, the volume of output product and other indicators.

In accordance with this approach, companies, in which the production and further sale of goods are better established, as well as the management of financial resources is more efficient, are considered to be competitive. For example, this approach is applied at Dun & Bradstreet, a well-known American consulting company.

The first group is the indicators that characterise the efficiency of the production and trade activities of an enterprise. Among them one can distinguish the ratio of net profit to net worth of tangible assets, the ratio of net profit to net sales, as well as the ratio of net profit to net working capital.

The second group of indicators represents indicators of intensity of use of fixed and working capital. Representatives of this group can be the following: the ratio of net sales to net working capital, the ratio of net sales to net worth of tangible assets, the ratio of fixed capital to the value of tangible assets, the ratio of net sales to the value of inventories and the ratio of inventories to net working capital.

The final group of indicators is represented by financial performance indicators. These are characteristics such as the ratio of current debt to the value of tangible assets, the ratio of current debt to the value of inventories, the ratio of working capital to the current debt, the ratio of long-term liabilities to net working capital.

However, as shown by the theoretical study, none of the groups of indicators represents and evaluates the index of investment in the creation of an innovative product, because in modern conditions the main factor of competitiveness should be investment in innovative products with an assessment of the risk level.

The Doctoral Thesis of Vladimirs Šatrevičs is devoted to the formation of sustainable competitive advantages of enterprises in the product markets, as well as improving the processes of strategic planning and management¹⁴⁰. The author examined the influence of industrialization on the development of enterprises, the role of intellectual capital in creating competitive advantages at the present time, analysed the characteristics of a postindustrial

¹³⁸ Грязнова А.Г., Юданов А.Ю. Микроэкономика. Практический подход. – М.: КноРус., 2011 (in Russian).

¹³⁹ Narver J.C., Slater S.F., MacLachlan D.L. Responsive and proactive market orientation and new product success. *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 21, No. 5, 2014.

¹⁴⁰ Vladimirs Šatrevičs, "Stratēģiskās piemērotības novērtēšana ražošanas uzņēmumu attīstības uzlabošanai". Promocijas darbs. Rīgas Tehniskā universitāte, Rīga, 2016.

society and the theory of the development of an organisation. The conceptual quantitative model of competitive advantages was developed on the basis of an estimation of parameters of the enterprise. To achieve sustainable development, enterprises need to optimise strategic planning and skillfully use the intellectual capital.

The author of the present research agrees with V. Šatrevičs' conclusions regarding the importance of strategic planning in modern conditions for achieving competitive advantages by the enterprise.

Thus, to date, many methods have been developed to assess the competitiveness of enterprises, and they can be classified in this way¹⁴¹ (Table 1.1).

**Table 1.1. Analysis of Methods for Assessing the Competitiveness of Enterprises
(developed by the author)**

Method	Author of the method	Advantages and disadvantages of the methodology
1. Matrix methods: 1.1. BCG matrix ¹⁴² 1.2 McKinsey matrix ¹⁴³ 1.3 Porter matrix ¹⁴⁴ 1.4 1.5 The Schendel and Hofer Model ¹⁴⁵ 1.6 Matrix "product life cycle stage/competitiveness" ¹⁴⁶ 1.7 The Ansoff matrix (product-market matrix) ¹⁴⁷	Bruce Doolin Henderson McKinsey M. Porter Dan Schendel Charles Hofer Teodor Levitt Igor Ansoff	«+» Ensures high adequacy of estimation; «-» - does not reflect the reasons for the situation; - marketing information is required; - does not reflect the company's finances (investments in innovation).
2. Methods based on the evaluation of goods or services	The key idea of the methodologies: The	«+» The method is based on the evaluation of

¹⁴¹ Лазаренко А. А. Методы оценки конкурентоспособности [Текст] / А. А. Лазаренко // Молодой ученый. — 2014. — №1. — С. 374-377. (in Russian).

¹⁴² Henderson, Bruce. "The Product Portfolio" Retrieved 4 February 2013.

¹⁴³ McKinsey & Company (2008). Enduring Ideas: The GE–McKinsey nine-box matrix. Available at: http://www.mckinsey.com/insights/strategy/enduring_ideas_the_ge_and_mckinsey_nine-box_matrix

¹⁴⁴ Michael E. Porter. «The Five Competitive Forces that Shape Strategy», Harvard Business Review, January, 2008, p.86.

¹⁴⁵ Dan Schendel Charles Hofer, Strategy Formulation: Analytical Concepts (The West Series in Business Policy and Planning).

¹⁴⁶ Alain Bernard, Serge Tichkiewitch. Methods and Tools for Effective Knowledge Life-Cycle-Management (2008).

¹⁴⁷ Ansoff, I.: Strategies for Diversification, Harvard Business Review, Vol. 35 Issue 5, Sep-Oct 1957, pp. 113-124.

Indicators of enterprise competitiveness assessment Jean-Jacques Lambin ¹⁴⁸	competitiveness of goods and the enterprise are linearly dependent Jean-Jacques Lambin	product competitiveness. «-» When evaluating a product/service, we do not consider external factors, investment in innovation, to assess long-term forecasting.
3. Methods based on the theory of effective competition: 3.1 Effective competition: 3.2 Theory of organisational effectiveness by B. Bass 3.3 McGregor's Theory X and Theory Y¹⁴⁹	J. Schumpeter ¹⁵⁰ , F. Hayek ¹⁵¹ Bernard Bass ¹⁵² McGregor	«+» Accounting for the diverse elements of the company's activities «-» The methods are based on the idea of the possibility of adding a number of factors to assess the competitiveness of an enterprise. These coefficients are subjective in nature. It is difficult to add positions in the market, the amount of innovation and the quality of the labour force.
4. Methods based on an integrated approach evaluation.	Gordon Foxall, Ronald E. Goldsmith, Stephen Brown ¹⁵³ , V.A. Abchuk ¹⁵⁴	«+» Takes into account not only the achieved level of competitiveness of an

¹⁴⁸ Jean-Jacques Lambin Strategic marketing. New York, McGrawHill.

¹⁴⁹ McGregor, D. (1960). *The Human Side of Enterprise*, New York, McGrawHill.

¹⁵⁰ Шумпетер Й. Часть вторая. Может ли капитализм выжить? Пролог // Капитализм, социализм и демократия / Предисл. и общ. ред. В.С. Автономова. — М.: Экономика, 1995. — 540 с. (in Russian).

¹⁵¹ Хайек Ф. А. 2. Пролог. Экономическая теория 1920-х годов: взгляд из Вены // Судьбы либерализма в XX веке — М.: ИРИСЭН, 2009. — 337 с. (in Russian).

¹⁵² Bass, B. M., & Riggio, R. E. *Transformational Leadership* (Second ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. (2006).

¹⁵³ Gordon Foxall, Ronald E. Goldsmith, Stephen Brown, *Consumer Psychology for Marketing*. Paperback – 1998.

¹⁵⁴ В.А. Абчук, Менеджмент, С-Пб, 2008 (in Russian).

		enterprise, but also its possible dynamics in the future. «-» The specific methods and techniques used in determining current and potential competitiveness reproduce the methods used in the approaches discussed earlier, which entails disadvantages of the corresponding approaches.
--	--	---

Thus, the methods of assessing competitiveness (see Table 1.1) summarised by the author as: 1. Matrix methods of estimation are simple enough and provide visual information. Moreover, they are based on consideration of the process of competition in development and, in the case of the availability of truthful information, make it possible to carry out a sufficiently qualitative analysis of competitive positions.

Methods that are based on assessing the competitiveness of products are linked through the concept of effective consumption, the competitiveness of the enterprise and the competitiveness of the product. It is believed that the higher the quality of the product and the less its cost, the higher competitiveness is. Among the positive characteristics of these methods one can distinguish: simplicity and visibility of the assessment. But, at the same time, they do not give a complete picture of the strengths and weaknesses in the operation of the enterprise.

Let us consider the methods (No. 3), which are based on the theory of effective competition. In accordance with the theory, the most competitive companies are those in which the work of all departments and services is well-organised. Evaluation of effectiveness of any such structure implies the evaluation of effectiveness of its use of resources. This evaluation technique is commonly used in the assessment of industrial enterprises and includes all the most important estimates of economic activity, excluding duplication of specific indicators, and it makes it possible to create a general picture of the competitive position of the company in the domestic and foreign markets quickly and accurately.

The implementation of *integrated methods* for assessing the competitiveness of an enterprise is carried out using the integrated assessment method. This method includes two components: first, a criterion characterising the degree of satisfaction of the consumer needs, and secondly, the criterion of production efficiency. A positive feature of this method is simplicity of calculations and the ability to unambiguously interpret the results. At the same time, an important shortcoming is an incomplete description of the company's activities.

At the heart of it is the assertion that enterprise competitiveness is an integral measure in relation to current competitiveness and competitive potential.

Current and potential competitiveness and their ratios within the integral index of the enterprise competitiveness, depending on the method, can vary. Thus, in a number of cases, current (real) competitiveness is determined on the basis of the assessment of competitiveness

of enterprise products, and potential competitiveness – by analogy with methods based on the theory of effective competition.

Having performed the analysis of the methods developed to date for assessing the level of enterprise competitiveness, the conclusion can be drawn that there is no ideal method of comprehensive assessment of enterprise competitiveness. The identified shortcomings of the existing approaches to assessing the competitiveness of enterprises cause very limited opportunities for their practical application. Taking into account the theme of the present research, each of the methods does not provide an opportunity of an integral assessment of competitiveness and innovation.

To develop a comprehensive methodology for assessing innovation and competitiveness, it is necessary to determine the principles for assessing the competitiveness of an enterprise.

According to V.A. Bolodurina¹⁵⁵, the principles of assessing the competitiveness of an enterprise are similar to the principles of assessing the competitiveness of goods: complexity and relativity. As it is well known, the concept of *complexity* is from Latin *complexus*, from *complecti* “to encircle or embrace”. Thus, the complexity of evaluation means the need to analyse the totality (complex) of the criteria. The preliminary analysis of existing methods for assessing the competitiveness of an enterprise (industry) performed by the author of the Doctoral Thesis must be carried out as a whole. The next principle is the principle of relativity. The concept of relativity implies the comparative nature of evaluation, comparison with competitors. Structuring of methods for assessing competitiveness is impossible without performing a comparative analysis with other enterprises of the industry in assessing both the products and other indicators of an enterprise. Hence, the principle of relativity is necessary for a complete evaluation of a company.

However, in the opinion of the author of the present research, the assessment of the industry is impossible without using the principle of systematicity, since the assessment of the industry at different time intervals and due to different conditions can demonstrate different results. The word *systematicity* comes from the Latin *systema*, which means an arrangement or system. Think about a multi-step process that you have found the fastest and best way to complete — you do it over and over¹⁵⁶.

Thus, systematicity as a concept of cybernetic order requires research, analysis of the object as a single whole, a unified system that includes components that are in a certain interaction; an object that is part of another, a higher level system (metasystem), in which it interacts with other subsystems. Systematicity is predetermined by the target orientation of development as a whole, the proportionality of the goals, its elements and the need for their harmonization. *Systematicity* is a more capacious concept than complexity, and therefore the latter can be considered an important component of systems analysis. The methodological unity of systematicity and complexity of economic analysis manifests itself in the unity of political and economic, economic and social, economic–social–ecological approaches; in the unity of the whole and its parts; in the development of a unified, universal system of indicators; in the use of all types of economic information.

Based on the performed theoretical analysis of the existing methods for assessing competitiveness (Table 1.1), the author proposes the following algorithm for assessing the competitiveness of an enterprise.

The algorithm for determining competitiveness envisages:

- setting the goal of the evaluation;

¹⁵⁵ Болодурина В.А. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ международный научно-исследовательский журнал, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2015.42.056> Опубликовано в 2015, Выпуск Декабрь 2015 (in Russian).

¹⁵⁶ The Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus, Cambridge University Press, 2008.

- identification of areas (types of activities) that are taken into account in the analysis;
- *choice of method and basis of comparison;*
- determining characteristics to be measured;
- evaluation of the selected characteristics;
- calculation of the generalized, integral indicator of competitiveness;
- conclusions about competitiveness.

Thus, taking into account the conducted research into innovations and methods for assessing the competitiveness of products, the author proposes a model for assessing the interrelation of the main factors affecting the competitiveness of the industry (Fig. 1.1).

As can be seen from the model presented above, to evaluate the factors of competitiveness, it is necessary to adhere the the principles of systematicity, complexity and relativity. Choosing one of the methods for assessing competitiveness, the author proposes evaluating the qualitative level of each method.

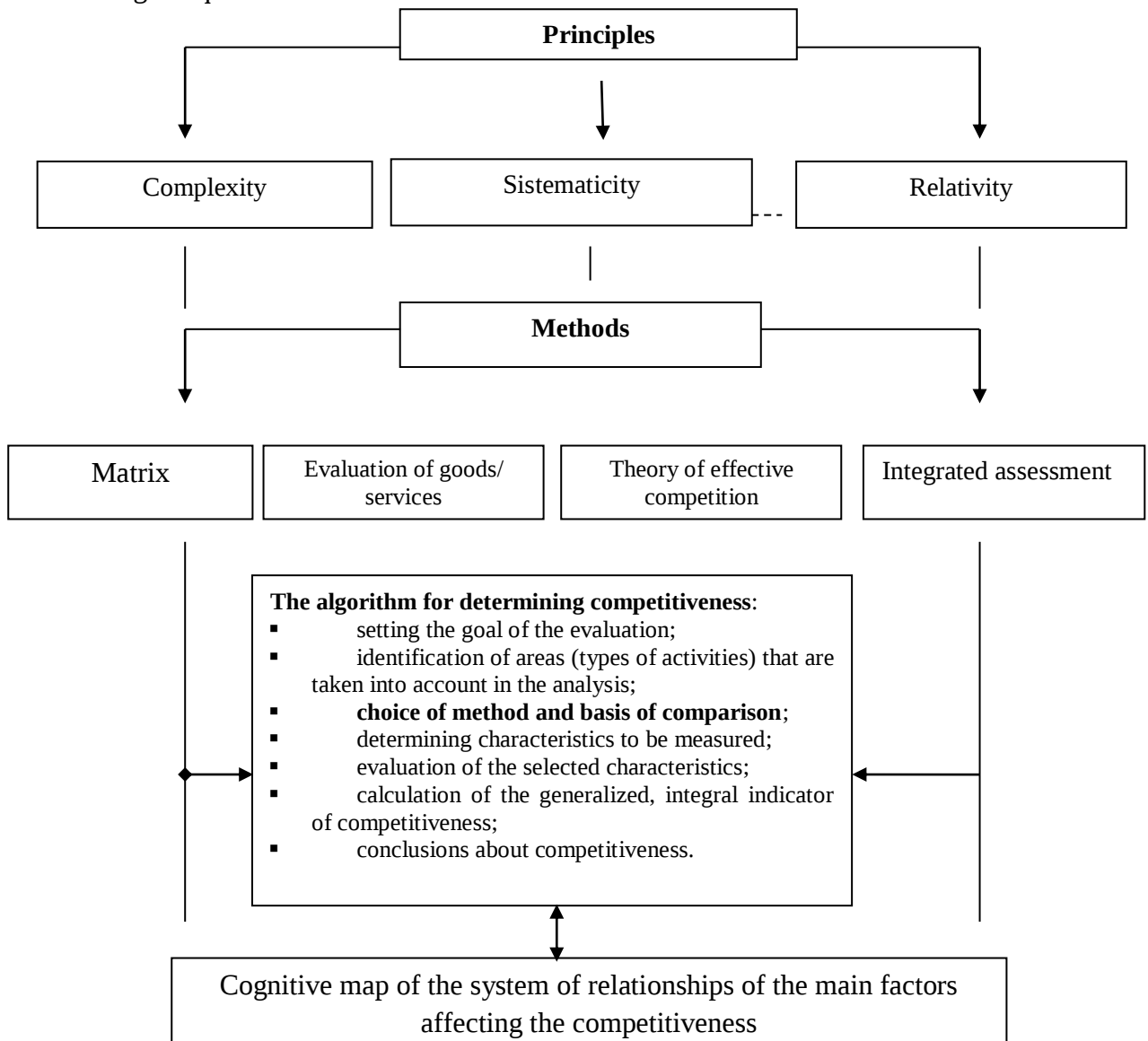


Fig.1.1. Model for assessing the factors of innovativeness and competitiveness of the industry (developed by the author)

1.3. Methodology for Assessing the Relationship of the Main Factors Affecting the Competitiveness of the Industry

Nowadays the theory of regional economy widely uses the system approach (Fig. 1.2). All the companies can be considered an open system, which operate by interaction with the environment. The use of the system analysis by companies envisages fulfilling the system diagnostics. The basic principles of the system analysis have been used in the present research. The principle of systematicity, the first idea of which dates back to ancient philosophy, is used in various fields of science. A key role in the system analysis is played by the concept of structure associated with the order of relationships among elements of the system. Cognitive mapping serves as a tool to identify perception of a complex system and to illustrate it in the form of a useful scheme and qualitative analysis¹⁵⁷.

Soft systems theory considers systems, which can adapt to the changing conditions of the external environment. In the soft systems, a major role is played by the subjective factor, people, their beliefs, attitudes, etc.¹⁵⁸. To perform the analysis of structures, graph theory is successfully used. By means of cognitive mapping, schemes are created that interpret the views, opinions of people and are called cognitive maps. Mathematically, cognitive maps are signed directed graphs (digraphs). They allow sufficiently completely analyzing the causal relations in complex structures where the cause is systemic.

Figure 1.2 demonstrates a cognitive map, which reflects the relationship of the main factors affecting the competitiveness in the industry.

The following notations are used to designate the existing factors:

- 1 – competitiveness in the industry;
- 2 – innovations implemented at the companies of the industry;
- 3 – cooperation of the companies of the industry in the implementation of innovations;
- 4 – revenues of the companies of the industry, including the ones from innovation;
- 5 – business activity of competitors in all possible ways in the markets;
- 6 – potential for innovation generated in the industry;
- 7 – financial resources of the companies of the industry, which can be used for innovation;
- 8 – assistance and financial aid from the state in the implementation of innovations;
- 9 – teams of highly qualified and motivated professionals at the companies of the industry;
- 10 – creation of a creative “climate” in the teams of specialists at companies, which is essential to the deployment of new sophisticated technology and the implementation of R & D;
- 11 – the development of advanced equipment, technology, implementation of R & D at the companies of the industry;
- 12 – political tensions in the society associated with a complex international situation and internal problems in the country.

Factor number corresponds to the numbering of vertices of signed digraph A: $u_1, u_2, \dots, u_{12}$.

The map is a signed directed graph consisting of 12 vertices u_1, u_2, u_{12} and corresponding arcs (arrows). In a directed graph (digraph A), three arcs are negative, the remaining ones are positive. Arcs are used to illustrate only essential causal relations. The influence of other relations is neglected. Arc (u_i, u_j) is assigned a sign “+” if the increase of u_i increases (strengthens) u_j , and the decrease of u_i leads to a decrease of u_j . The sign “-” is assigned if the increase of u_i involves the decrease of u_j , and the decrease of u_i leads to the increase of u_j . Thus, any directed graph G is a pair (U, A) , where U is a set of vertices, and A

¹⁵⁷ Eden C. Cognitive Mapping. European Journal of Operational Research. Vol. 36, № 1. 1988.

¹⁵⁸ Checland P.B. Soft systems methodology: An overview. Journal of Applied System Analysis, vol. 15. 1988.

is a set of ordered pairs of elements of U (a set of arcs with signs “+” or “-”)¹⁵⁹. At the sign “+” a causal relation will be positive, and at the sign “-” it will be negative. In the digraph, there are also contours (a closed simple chain of arcs of one direction) and semi-contours (a chain of arcs of different directions).

Contours of signed digraph A do not include the arcs of the negative impact – with “minus” – and the corresponding vertices u_5 and u_{12} :

- a) $u_1 - u_4 - u_7 - u_6 - u_2 - u_1$;
b) $u_1 - u_4 - u_7 - u_{11} - u_6 - u_2 - u_1$.

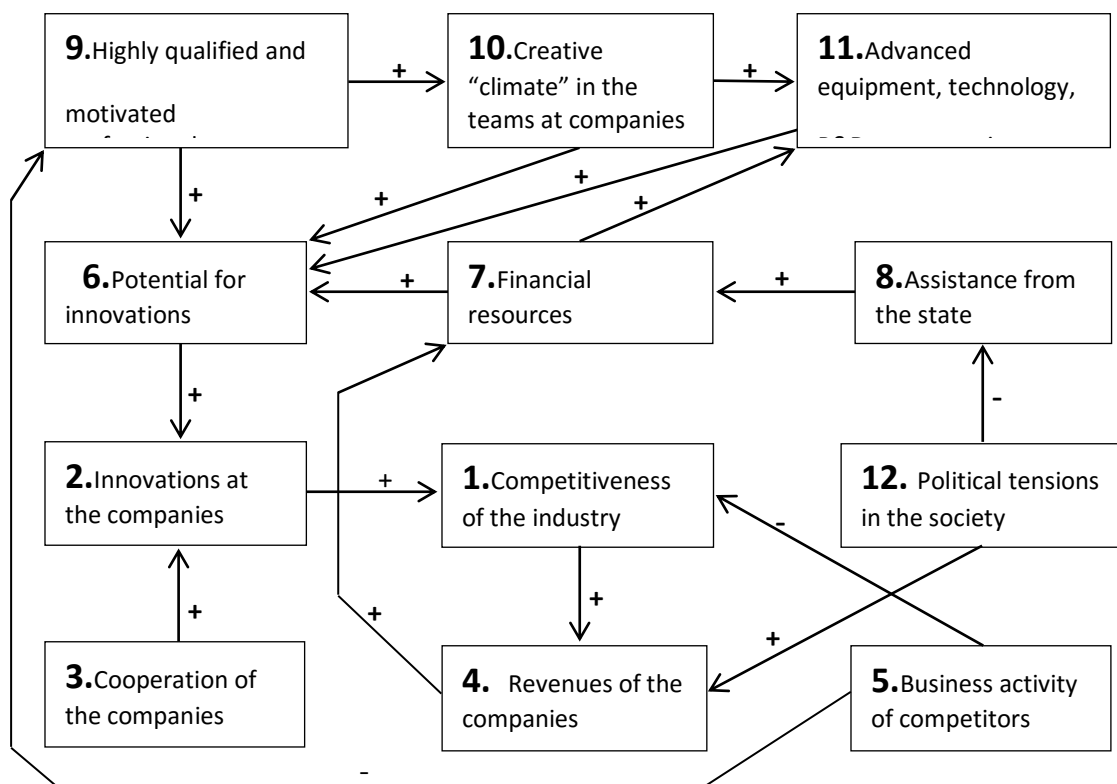


Fig. 1.2 Cognitive map of the system of relationships of the main factors affecting the competitiveness, developed by the author¹⁶⁰.

Both contours are balanced, i.e., have a positive feedback, as they lack negative arcs. For example, contour “b”: improving the competitiveness of the industry (u_1) increases revenue (u_4) and financial resources (u_7), which can be allocated for the purchase of new equipment, technologies, research, etc. (u_{11}). This increases the potential for innovation (u_6); novelties are introduced into production in the form of innovations (u_2), and, as a result, the competitiveness increases. Most major chains of vertices of a signed digraph are both

¹⁵⁹ Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

¹⁶⁰ Kochetkov Yu., Aliev B. Improving the competitiveness of Latvia's shipbuilding as a basis of strategy for the successful development of the industry in the context of globalization. "Sabiedrība un kultūra", rakstu krājums No. XVIII, Liepājas Universitāte, Liepāja, 2016, 269-280 lpp. ISSN 1407- 6918.

balanced and unbalanced semi-contours. The vertices of digraph u_5, u_{12} , from which negative arcs emanate, lead to the presence of unbalanced semi-contours with a negative feedback:

- c) $u_5 - u_1 - u_4 - u_{12} - u_8 - u_7 - u_6 - u_9 - u_5$;
- d) $u_{12} - u_8 - u_7 - u_4 - u_{12}$;
- e) $u_{12} - u_8 - u_7 - u_6 - u_2 - u_1 - u_4 - u_{12}$.

For example, in semi-contour “e” the increased political tension in the society (or in international relations) (u_{12}) negatively affects assistance from the state (u_8), as more attention is devoted to improving security, thus reducing the industry’s financial resources (u_7). This negatively affects the potential for innovation (u_6); consequently, the number of innovations decreases (u_2), and the competitiveness of the industry decreases (u_1). Naturally, there is a decrease in the revenue of the industry (u_4). Revenue to the state budget from taxes also becomes smaller. This forces businessmen and politicians to pay attention to the state of the industry and to increase the cooperation on the part of the state, for example, in such a topical issue today as the training of qualified personnel for the shipbuilding and ship repair industry. As a result, in case of the normal operation of the system of interrelations the situation of competitiveness should improve. Similar processes may take place in the semi-contours “c” and “d”. Thus, in the unbalanced semi-contours a negative feedback, ultimately, plays a positive role.

It is necessary to point out the features of individual vertices of the digraph. One of the most vital aspects for the successful operation of the industry and its high level competitiveness is the availability of highly qualified and motivated professionals (u_9), who contribute to the creation of a creative “climate” in the team (u_{10}). According to the experience of leading corporations in the developed countries, the creative climate contributes to a more intensive and efficient work of engineers and researchers in the process of developing new technologies and performing R & D (u_{11}). This increases the potential for innovation. Unfair methods of competition (u_5), brain drain and departure of specialists abroad, on the contrary, reduce the potential for innovation (u_6). Then it becomes impossible to develop and introduce innovations (u_2), such as modern equipment, advanced technologies, implementation of R & D (u_{11}).

It is worth noting the contradictory effect in the system of factors (Fig. 1.2), which is exerted by political tension in the society (u_{12}). In the context of globalization, the sources of political tension can be the events in the international arena and within the country. Often these events force the state to increase defense spending, which may cause a reduction in direct assistance to the industry (u_8). Aid from the state (u_8) can manifest itself in different forms. This can be assistance in obtaining loans, orders for production, organization of training and retraining of qualified staff at public educational institutions, assistance in obtaining the latest scientific and technical information, etc.

As in the analysed signed digraph **A** (Fig. 1.2) there are both positive and negative cycles consisting of a sequence of vertices and edges, the digraph as a whole is unbalanced. Therefore, the system described by it will not be sufficiently stable, and the competitiveness of the industry can reduce due to the influence of external factors. It is not only the effect of increased activity of competitors in the markets (u_5), but also unpredictable, unexpected increase in political tension in the society (u_{12}), which may occur due to crisis situations in the world. In order to analyse the situation with the balance of the system and to quantify the degree of influence of vertex u_{12} on the balance of digraph, it is necessary to perform calculations of the relative balance of both the original graph **A** (Fig. 1.2), which includes vertex u_{12} , and the modified digraph **B** without vertex u_{12} , using the well-known formula¹⁶¹.

¹⁶¹Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

Table 1.2. Characteristics of Digraphs with account of (Graph A) and without regard to (Graph B) Political Tensions in the Society (calculated by the author)

No.	Graph	Degree of balance b	Eigen values of adjacency matrices of digraphs
1	A	0.776	0;0;0; 0; 0; 0; 1.135; 0.451+1.002i; -0.778; 0.451-1.002i; -0.629+0.736i; -0.629-0.736i.
2	B	1.00	0; 0; 0; 0; 0; 0; 1.135; 0.451+1.002i; -0.778; 0.451-1.002i; -0.629-0.736i; -0.629+0.736i.

Table 1.2 shows the calculation results of the degree of balance of digraphs **A** and **B**, as well as the parameters of their adjacency matrices, which are presented below.

The signed digraph **B** contains only positive cycles, the degree of its relative balance **b (B)** =1. Consequently, the digraph **B**, unlike digraph **A**, is balanced, and the system described by it will be sufficiently stable. Competitiveness of the shipbuilding industry in Latvia without the vertex u_{12} will not suffer (experience) abrupt changes in the direction of decrease. In real life, it is practically impossible to remove the vertex u_{12} from the system of factors of digraph **A** due to the complex international situation.

Thus, the conducted research has enabled the author to draw the following conclusions:

competitiveness is a multifaceted function, but the competitiveness of goods, commodity production remains its basis. Services can not serve as the basis for competitive reproduction. To achieve a competitive GDP structure, it is necessary to increase the production of high-tech products, which must outstrip the share of services. Therefore, it is necessary to use a set of macroeconomic levers and ensure the connection of science and production.

To assess the impact of competitiveness factors on innovation, it is necessary to develop a comprehensive assessment of innovation and competitiveness factors. Thus, it is necessary to take into account the principles –the complexity of evaluation means the need to analyse a set (complex) of the criteria.

The methods of assessing competitiveness have been classified by the author and the methods existing in the economy have been divided into the following groups: matrix methods, methods based on the evaluation procedure of goods or services, methods based on the theory of effective competition, methods based on an integrated assessment. This classification will allow ranking the level of competitiveness of the enterprise when assessing its innovation activity.

Next, the author proposes an algorithm for determining competitiveness, which envisages: the algorithm for determining competitiveness, which envisages the following stages: setting the goal of the evaluation; identification of areas (types of activity) that are taken into account in the analysis; *choice of method and basis of comparison*; determining characteristics to be measured; evaluation of the selected characteristics; calculation of the generalized, integral indicator of competitiveness; conclusions about competitiveness. The presented principles, methods have enabled the author to formulate a model for assessing the factors of innovativeness and competitiveness of the industry.

Next, the author proposes *a cognitive map of the system of relationships* of the main factors affecting competitiveness, among which: competitiveness in the industry; innovations implemented in the companies of the industry; cooperation of companies of the industry in terms of implementation of innovations; revenue of the companies of the industry, including revenue from innovations; commercial activity of competitors in the markets; potential for innovations created in the industry; financial resources of companies of the industry that can be used for innovations; assistance and financial aid from the state in the implementation of innovations; teams of highly qualified and motivated specialists in the companies of the industry; creation of a creative “climate” in the teams of specialists of company, which is necessary for the implementation of new complex technologies and the introduction of scientific research results; the development of modern equipment, technologies, the introduction of scientific research in the companies of the industry; political situation in the society related to the difficult international situation and internal problems in the country. The model proposed by the author will allow to a full extent assessing the impact of innovations and competitiveness in a particular industry.

Chapter 2. Characteristics of the Development of the Shipbuilding and Ship Repair Industry of Latvia in Modern Conditions

The most important constituents of the regional economy, which ensure the successful development of particular regions and the country as a whole, are production industry and subsectors of the economy. One of the sectors of the regional economy in Latvia, which has deep historical roots, is the shipbuilding and shiprepair industry. Products of the enterprises of the industry are mainly sold in international markets.

Taking into account the goal set in the Doctoral Thesis, it is necessary, in the opinion of the author, to determine the characteristics of the development of the shipbuilding and ship repairing industry of Latvia as an integral part of the regional economy in the conditions of modern international competition and connection with the economy of Latvia.

Historically and geographically, Latvia is a maritime state. Therefore, at present the shipping industry – construction, repair and maintenance of ships and other vessels – is an important part of the country’s industry. The number of permanent employees exceeds 1 thousand and there are a few dozen of companies in the industry. In the seasonal periods, usually warmer months, the number of employees in the shipping industry increases by 2–3 times.

Now, there is a demand for the vessels with qualitatively new performance characteristics with regard to functions performed, efficiency, environmental safety, etc. The following requirements for new ships have come to the fore: the flexibility and multifunctionality of the structural scheme that satisfies the requirements of a particular customer; no need for capital or other major repair of the vessel for the duration of its operation; a significant decrease (by 10–15 %) in cost of construction of the ship and its subsequent operation, etc. A powerful stimulus for development of technologies in the fields of designing and building of ships is continually increasing requirements on the part of national and international institutions, maritime registers and organisations for the safety of navigation, environmental protection, crew qualifications, etc.

At present, there are increasing requirements for the manufacture of marine engines, their efficiency and environmental friendliness. There is a rapid development of industries related to shipbuilding: new materials are created for marine equipment, electronics, electrical devices, computer navigation systems, etc.

2.1. Analysis of the Development of Shipbuilding and Ship Repair Industry in the World Economy

Competition in world markets means a new phase of business activity in the world economy and is characterised by the following attributes: a faster growth rate of foreign direct investment; extensive use of outsourcing, manufacturing of individual units of goods in countries with cheap labour force and often transfer of the whole production there; joint ventures, the absorption of some companies by other ones.

World economic growth also decreased in 2016 along with a decrease in GDP by 2.2%, down from 2.6% in 2015 and below the 2001–2008 average annual growth rate of 3.2% (Source: UNCTAD, 2017). Further, let us consider the evolution of growth in world seaborne trade (Fig. 2.1).

In line with developments in the world economy, demand for shipping services improved in 2016, albeit only moderately. World seaborne trade expanded by 2.6%, up from 1.8% in 2015, which was below the historical average of 3% recorded over the past four decades. Total volumes reached 10.3 billion tons, reflecting the addition of over 260 million tons of cargo, about half of which was attributed to tanker trade.

To assess the international seaborne trade, UNCTAD identifies the following goods: container, five major bulk commodities (iron ore, coal, grain, bauxite and alumina) as well as oil and gas. The main tonnage of transportation in 2016 belonged to developing countries – 59% loaded and 64% unloaded, developed countries 35% each, transition economies – 6% loaded and 1% unloaded.

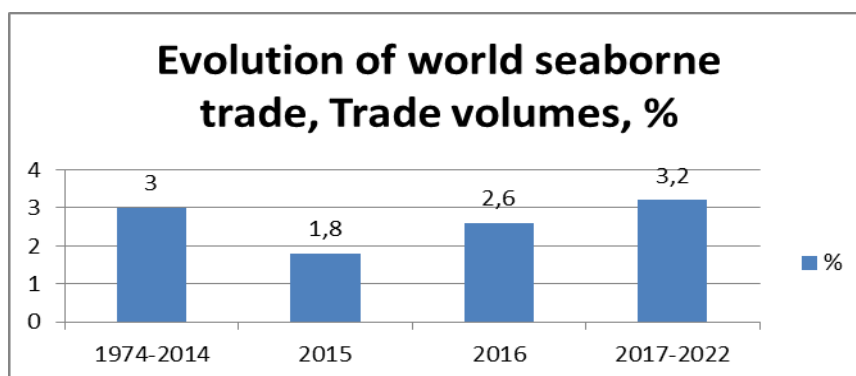


Fig. 2.1. Evolution of world seaborne trade, trade volumes, % (developed by the author)

In terms of geographical influence, Asia remained the main global cargo loading and unloading area in 2016. America was ranked second, while Europe was ranked third – 17% loaded and 18% unloaded and the countries of the African continent occupied 7% and 5%, respectively in global cargo loading and unloading area in 2016.

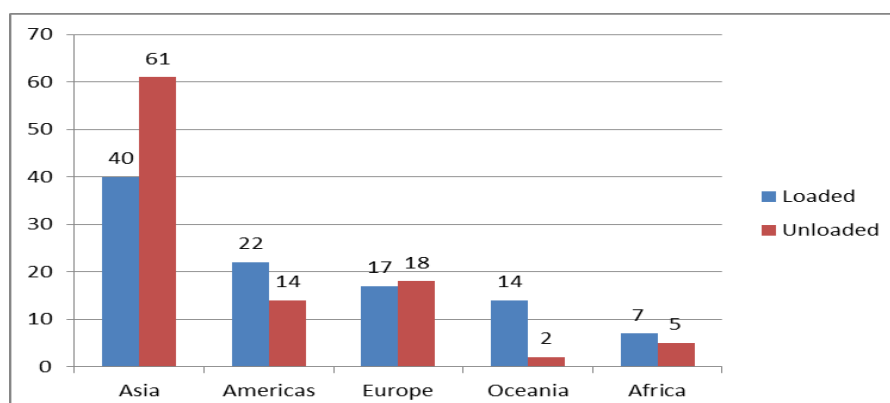


Fig. 2.2. World seaborne trade, by region, 2016 (percentage share in world tonnage), developed by the author

Figure 2.2 clearly demonstrates that leadership in the world seaborne trade is taken over by the three regions, i.e., Asia, Americas and Europe, and exactly in the same sequence.

The data show that the share of oil tankers is declining and from 1980 to 2017 it reduced almost twice. However, the percentage of dry bulk carriers increases, if in 1980 the share of dead-weight tonnage was 27.8%, then in 2017 this share was 42.8%! (Fig. 2.3).

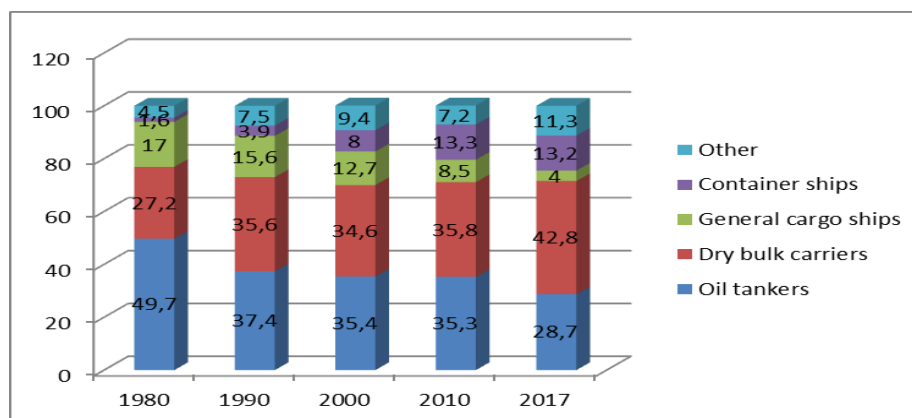


Fig. 2.3. World fleet by principal vessel type, 1980–2017 (percentage share of dead-weight tonnage), developed by the author

The data demonstrate that the share of container shipments has significantly increased since 1980. Their share was 1.6% of the dead-weight tonnage in 1980, but in 2017 this share increased by 6 (!) times and amounted to 13.2%.

To achieve the goal set in the Doctoral Thesis, it is necessary to analyse ports of the world that have high-quality infrastructure (Source: UNCTAD, the Review of Maritime Transport). According to UNCTAD, leaders in terms of the quality of the port infrastructure, whose quality index is higher than 5, are represented by 21 countries. Leaders are the Netherlands, Hong Kong and Singapore. Unfortunately, Latvia is not included in this rating; however, in the opinion of the author of the Doctoral Thesis, Latvia has a great potential to be among the 20 best ports of the world, placing an emphasis on the innovation of port infrastructure, including ship repair.

The development of port infrastructure requires significant investment in innovation. Taking into account the growth of maritime transport in the world, it seems that this is one of the promising areas as well as investment activities. China is the leader in the project for spending money on port infrastructure. In general, the Asian region (Western Asia, developed Asia, other emerging Asia) intends to spend more than 27 trillion U.S. dollars until 2030.

In terms of fleet ownership by region, the Asian economies have the highest market share in shipowning (49%), followed by Europe (41%) and Northern America (7%). In terms of ship registration, however, developing economies in Africa and America play a more important role, accounting for 7% and 17% of registrations (in dead-weight tons), respectively. Important countries of ship registration are often small developing economies in Africa, America and the Pacific. Panama has maintained its position as the largest flag of registration for more than 20 years.

Among the EU countries the leader in merchant fleet by country of beneficial ownership was Greece owning 308836.9 dead-weight tons in thousands, Germany was ranked second – 112028.3 dead-weight tons in thousands and the United Kingdom was ranked third – 51647.62 tons in thousands in 2016. It should be especially noted that among the Baltic States Latvia owns 1061.755 tons in thousands, Lithuania – 192.849, and Estonia – 316.609. Therefore,

considering the world trends, the use of maritime transport and the experience of Latvia in maritime transport, the availability of ownership and experience in the shipbuilding and ship repair industry, Latvia, in the opinion of the author, could continue to develop maritime transport, the shipbuilding and ship repair industry by introducing innovations into this industry.

The Asian countries are the leaders in the shipbuilding industry: in 2016 China produced ships – 22178672 gross tonnage, Korea – 25265934 gross tonnage, Japan – 13348773 gross tonnage, Philippines – 1168357 gross tonnage, Taiwan – 468038 gross tonnage, and Viet Nam – 419189 gross tonnage. Almost half of all ships produced in the world accrue to the countries of the Asian region.

Estimating the production of vessels in the countries of the European Union, it should be noted that out of the EU-28 (2016), 15 countries, within the analysed period developed the shipbuilding industry. According to the results for 2016, Romania was the leader in shipbuilding – 822010 gross tonnage, followed by Germany – 404996 gross tonnage and France – 227862 gross tonnage. A significant participant in the shipbuilding industry of the EU is the Netherlands – 175933 gross tonnage.

The Baltic Sea region countries are represented in the shipbuilding industry as follows: Finland – 108085 gross tonnage, Denmark – 24937 gross tonnage and Lithuania – 499 gross tonnage (2015). It should be noted that if in Denmark the number of ships was 3645 in 2014, then in 2016 – 24937, an increase of almost 7 times. However, in 2014 Lithuania built 3134 ships, in 2015 – only 499, and in 2016 there were no ships built! The share of ships built in the EU countries on a global scale (gross tonnage) was small – 3% in 2016. It seems that the EU countries have a potential for the development of this industry.

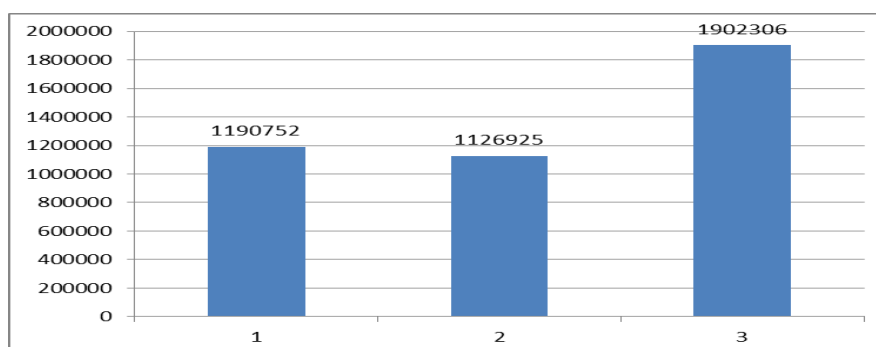


Fig. 2.4. Dynamics of changes in the shipbuilding industry (gross tonnage) in the EU countries from 2014 to 2016, developed by the author

It is also necessary to examine the dynamics of changes in the shipbuilding industry of the EU countries in the period from 2014 to 2016. As shown in Fig. 2.4, there is growth dynamics in the EU countries, as in the whole world.

Further, it is interesting, in the opinion of the author, to consider statistics on ship scrapping in the countries of the world. Figure 2.5 demonstrates the number of dismantled ships in the world (excluding the EU data).

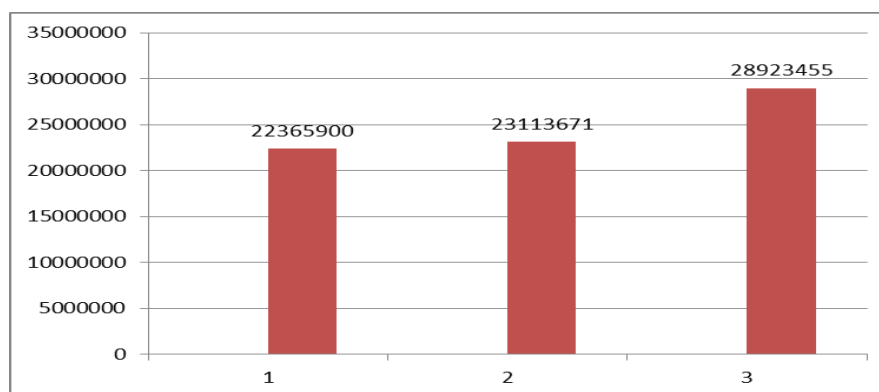


Fig. 2.5. Ship scrapping in the world, gross tonnage, annual, 2014–2016 (developed by the author).

As shown in Fig. 2.5, the world fleet of the shipbuilding industry was updated annually during the period under review. The growth of ship scrapping is represented by a linear curve. If we compare the volume of dismantled ships and the ones built during the same period, the dynamics of growth is evident – this indicates the development of shipbuilding in the world.

The calculations carried out by the author, shown in Fig. 2.6, demonstrate that with 25%–30% of dismantled vessels, the increment or construction of new ones is 65%–70% for the period of 2014–2016.

The world fleet of the shipbuilding industry was updated annually during the period under review. The growth of ship scrapping is represented by a linear curve. If we compare the volume of dismantled ships and the ones built during the same period, the dynamics of growth is evident – this indicates the development of shipbuilding in the world.

The analysis shows that in the growth of world trade, maritime transport plays an active role, and the shipbuilding industry has been stably and dynamically developing for the period of 2008–2016 investigated by the author. At the same time, the prospects in the shipbuilding and ship repair industry are not limited to these volumes, as the growth of investments in shipbuilding will increase and maritime transport will also be increasingly used.

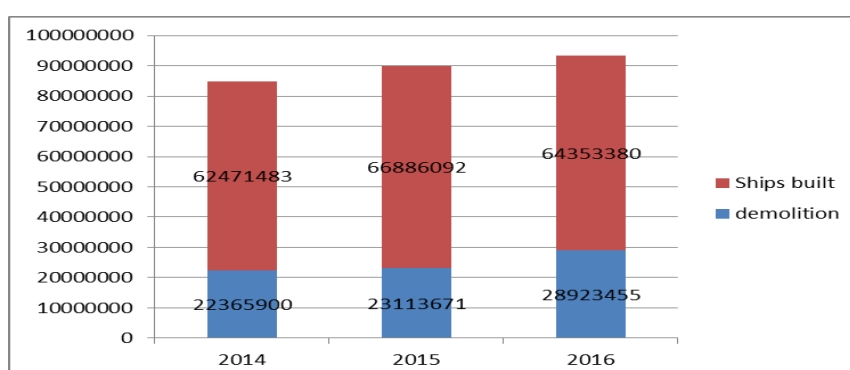


Fig. 2.6. Comparative analysis of the number of built and dismantled vessels in the world, gross tonnage (excluding the EU countries), (calculated by the author).

2.2. Analysis of Development Trends of the Building of Ships and Boats Area in Latvia

As discussed in Section 2.1, the building of ships and boats area in Latvia depends on the trends of the global economy. In this regard, it is worth considering the assessment of Latvia from the point of view of world organisations. Thus, the World Bank ranked the

industry in the report “*Connecting to Compete 2016: Trade Logistics in the Global Economy*”.

Table 2.1.

Analysis of the Baltic States in the Logistics Performance Index in 2016 (developed by the author)

	Latvia	Lithuania	Estonia
LPI Rank	43	29	38
Customs	45	28	29
Infrastructure	41	27	44
International shipments	44	31	56
Logistics competence	37	30	46
Tracking & tracing	49	27	48
Timeliness	39	17	20

Source: The World Bank: *Logistics Performance Index (LPI) Report: The Gap Persists*. 2017.

The World Bank data show that, according to the Logistics Performance Index, among 160 countries in the world Latvia was ranked 43rd, behind Lithuania – 29th place and Estonia – 38th place. Latvia gained low scores in such positions as customs, only 45th place, in the infrastructure index – 41st place, while Lithuania was ranked 27th, and in the tracking & tracing index Lithuania was also ahead of Estonia (48th place) and Latvia (49th place)¹⁶².

In Latvia, the majority of businesses, 99.8%, are small and medium-sized enterprises. There are a few relatively large enterprises in the country. The shipbuilding industry is also mainly represented by small and medium-sized enterprises. There are only two relatively large shipbuilding companies: Riga Shipyard and Liepaja Tosmare Shipyard. Most companies are involved in the construction of sports boats and small recreational vessels. In different years, they accounted for 70%–85% of the total number of industry companies engaged in the construction of vessels and boats. Between 2005 and 2016, the total number of enterprises operating in the shipbuilding industry in Latvia increased despite the economic crisis of 2005–2016 (Table 2.2).

Table 2.2. Analysis of the Unemployment Rate and the Numer of Registered Enterprises Engaged in the Building of Ships and Boats Area of Latvia, 2005–2016 (developed by the author)

¹⁶² **Tracking & tracing** has become an informal name for the system that is used for tracking items via standardized reference numbers or dedicated barcodes. Tracking and tracing provides detailed information concerning cross-border shipments. The World Bank Report of LPI, 2017

	Number of enterprises in building of ships and boats area	Number of the employed in building of ships and boats area	Unemployment rate, % group 15–64 ¹⁶³
2005	20	1269	9.97
2006	24	1206	7.4
2007	24	1037	6.65
2008	31	1047	10.7
2009	32	963	17.97
2010	37	849	20.05
2011	33	866	16.58
2012	50	994	15.38
2013	43	973	12.1
2014	41	910	11.08
2015	47	964	10.33
2016	47	1 080	9.95

Source: Central Statistical Bureau of Latvia

The data provided by the author show that in the period from 2005 to 2012 there was an annual increase in the number of enterprises engaged in the building of ships and boats area. At the same time, the number of the employed in the industry decreased in the period from 2005 to 2008, i.e., the number of employees was 1269 in 2005, and in 2008 – 1047 people. From 2009 to 2011, the number of employees decreased to 866 people, i.e., in comparison with 2005, the decrease was 32%¹⁶⁴.

To assess the impact of the shipbuilding industry on the national economy, it is necessary to perform a regression analysis. The regression equations and graphs obtained in computations demonstrate this fact visually: the number of enterprises increases directly proportionally and the number of workers decreases inversely proportionally with the time. The determination coefficient R^2 and correlation coefficient r are greater than 0.85 and 0.93, respectively, in the cases referred to above. This indicates that these equations explain more than 85% and 93% of variation of the number of enterprises and workers in a given time period, which is quite a large variation. Consequently, the correlation coefficients $r = 0.923$ and $r = -0.966$ demonstrate the strong power of correlation dependence of indicators under consideration on the time. The testing of the significance of obtained regression equations by the Fisher LSD (F-test) showed that in both cases the actual values F_{act} exceeded critical values F_{crit} . (Table 2.3). The hypothesis H_0 on the insignificance of the equations is rejected; the equations are found to be reliable, statistically significant and can be used for practical conclusions.

Table 2.3. The Results of Computation of Factor Dependence (developed by the author)

¹⁶³ Central Statistical Bureau of Latvia

http://data.csb.gov.lv/pxweb/en/Sociala/Sociala_istern_nodarb/NB190c.px/table/tableViewLayout2/?rxid=a79839fe-11ba-4ecd-8cc3-4035692c5fc8

¹⁶⁴ Kochetkov, Yu., Aliev, B. Aspects of stable development of the shipbuilding branch in Latvia.

11th International Scientific Conference, Klaipeda, 23 october 2015. VADYBA, Journal of Management, vol.27, No. 2, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2015, p. 51-58. ISSN 1648-7974.

No	Dependence, years	Regression equation $y=f(x)$	R - squared	Correlation coefficient r	Fisher Statistics		DW statistics
					F act.	F crit.	
1.	Change in the number of enterprises in the shipbuilding industry	$y = 2.607x + 18.286$	0.852	0.923	28.74	6.61	2.416
2.	Change in the number of workers in the shipbuilding industry	$y = -7.132x + 131.9$	0.934	-0.966	70.87	6.61	2.588
3.	Change in the volume of sales,	$y = 2.42x + 40.485$	0.280	0.530	4.31	4.84	1.684
4.	Change in investment in tangible assets of the industry	$y = -377.69x + 3704.4$	0.658	-0.811	7.682	7.71	1.695
5.	Dependence of the number of workers in the shipbuilding industry (y) on the employment rate in Latvia (x)	$y = 21.507x - 862.46$	0.586	0.766	7.087	6.61	1.142
6.	Dependence of the volume of sales of ship repair (y) on GDP per capita (x)	$y = 0.004x + 30.974$	0.407	0.638	7.56	4.67	1.782

The dependence of the volume of sales of ship repair in the industry on GDP per capita in Latvia is shown in Table 2.3. The computed equation of straight line regression indicates a directly proportional dependence of the given factors. The obtained determination coefficient is small $R^2 = 0.407$, which is explained by a relatively large variance of data ($MS = 1548.4$). The degree of correlation dependence of factors is obtained to be moderate, and the correlation coefficient $r = 0.638$. The computed observable Fisher LSD $F_{act.}$ is larger than the critical value $F_{crit.}$. Therefore, the obtained linear regression equation is statistically significant, and it can be used. It can be concluded that the volumes of sales of ship repair in the industry are correlated with the level of GDP per capita in Latvia, which rather well characterizes the state of the national economy as a whole. Thus, the number of workers in the shipbuilding industry of Latvia and the volumes of sales are closely related to the state and development of the national economy: the successful functioning of the economy of Latvia implies the successful and sustainable development of the shipbuilding industry.

All dependences investigated in the research are related to time series. Therefore, the regression equations obtained in computations were tested for autocorrelation of residuals of

the first order by the Durbin–Watson (DW) test at the significance level $\alpha = 0.05$ (Table 2.3). In all cases, the DW statistic computations indicated the need for acceptance of the hypothesis $H_0: \rho = 0$ in the absence of autocorrelation. Only in the study on the dependence of number of workers in the shipbuilding industry on the employment rate in Latvia, the DW statistic falls into the area of uncertainty ($d_L < DW < d_U$) (Fig. 2.2). However, the graphical analysis of residuals also showed the absence of autocorrelation.

The period of 2005–2010 was characterised by the fact that the investment in tangible assets for the repair and maintenance of vessels in the industry enterprises mainly decreased (Fig. 2.2, Table 2.3). During the crisis, investment in fixed assets of enterprises of the shipbuilding industry fell from 2.75 mln € in 2008 to 0.75 mln € in 2010. After overcoming the consequences of the crisis, the investment of enterprises of the industry in fixed assets increased in the period of 2012–2016. At enterprises engaged in the construction and repair of ships and floating facilities investments amounted to more than 6 mln € in 2014, and 4.5 mln € in 2015. At small enterprises producing sports boats and water recreational facilities, investments in fixed assets amounted to more than 0.9 mln € in 2016.

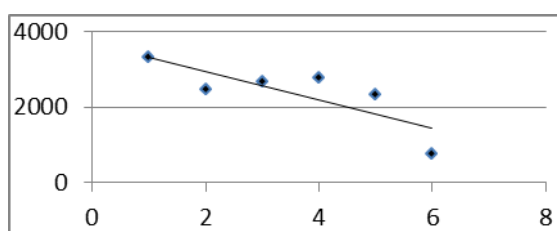


Fig. 2.2. Investment in tangible assets for the repair and maintenance of vessels, 2005–2010. The OX axis: 1 – 2005; 2 – 2006; ... 6 – 2010. The OY axis: thsd € (developed by the author)

The performed analysis of statistical data on the shipbuilding industry of Latvia showed that the number of workers in the industry and the volumes of sales were closely correlated with changes in relevant indicators of the national economy as a whole. In the unfavourable economic situation arisen in the world, the crisis of 2008–2010, basic performance indicators of the industry deteriorated sharply, likewise the indicators of the economy as a whole. This is an expected process, because the shipbuilding industry is closely integrated into the world economy, the products are mainly exported, and competitors are scattered across the globe. Under the conditions of the world economy, successful economic development requires constant improvement of production and competitiveness¹⁶⁵.

As mentioned by the author previously, in Latvia the main cargo transportation is performed by 3 ports: Riga, Ventspils and Liepaja. Several small ports of Engure, Mersrags, Pavilosta, Roja, Skulte and Salacgriva are included as minor ports in the statistical database. In 2017, the growth was 118044 ths tons, or 75% more than in 2015. The growth dynamics of cargoes loaded was also observed in Ventspils Port, so in 2017 cargoes loaded increased by 75% compared with 2015. Liepaja Port performed an insignificant part of cargoes loaded, in comparison with Riga and Ventspils ports; however, the growth dynamics was also observed here – in 2017 the ratio of cargoes loaded was 3.85 times higher than in 2015. The data calculated by the author testify that cargoes unloaded at Latvia's ports also have positive dynamics. The presented data testify that, as in the world economy, the role of maritime transport increases, and in Latvia there is the tendency of growth in the the period of 2014–

¹⁶⁵ Kochetkov, Yu., Aliev, B. Aspects of stable development of the shipbuilding branch in Latvia. 11th International Scientific Conference, Klaipeda, 23 october 2015. VADYBA, Journal of Management, vol.27, No. 2, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2015, p. 51-58. ISSN 1648-7974.

2017 under review. Thus, the potential of the Latvian shipbuilding and ship repair industry is obvious.

At present, enterprises of the shipbuilding and ship repair industry regularly pay significant sums as taxes to the state budget of Latvia (Table 2.4).

Table 2.4. **Taxes Paid by the Largest Enterprises in the industry, ths €**¹⁶⁶

Enterprise	2015		2016		2017	
	Administrative tax	SSIMC	Administrative tax	SSIMC	Administrative tax	SSIMC
Riga Shipyard	809.65	950	779.52	1004.72	836.13	865.2
Liepaja Shipyard	397.78	314.4	455.33	297.1	537.02	211.57
Total	1207.43	1264.4	1234.85	1301.82	1373.15	1076.77

2.3. Investment and Innovation Activity as a Basis for the Development of the Building of Ships and Boats Area in Latvia

In a market economy, companies operate under conditions of uncertainty. At the beginning of the 20th century, these uncertainties have increased significantly, as apart from economic crisis, political ones appear; the world economy has become global, and there has been much more competition nowadays. Any organisation, regardless of products it manufactures, is constantly exposed to risks. It is impossible to run business without facing any risk.

2.3.1. Risks in the Building of Ships and Boats Area in Latvia

When the senior management of a company decides to invest in a particular project, it is always the task of choosing the most optimal and best solution out of many options under given circumstances. Generally, in the simplest case, each solution has two main characteristics: the average expected return and the average expected risk. Thus, a two-criterion optimisation problem is solved in order to choose the best solution. There are different ways of setting these optimisation problems.

The task of the research is to assess the situation of risks in the building of ships and boats area in Latvia. The novelty of the research is determined by the fact that for the first time the main risks have been identified and analysed in the industry of shipbuilding and ship repair in Latvia.

It is known that the risks in the business are always closely linked with the elaboration of a strategic concept for the development of the industry. The strategic concept of development is based on the results of the forecasts of companies. After adopting the strategy of innovation development of the **building of ships and boats area**, companies should create the portfolio of novelties and innovations, which will be the subject of innovation activity.

Innovation activity, introduction of novelties to the companies of the shipbuilding industry in Latvia should be constant. Implementation of measures for the introduction and development of innovations is, as a rule, cyclical. The research presents the enlarged diagram of such four-cycle innovation process, which can be used in the companies of the shipbuilding industry (Fig. 2.3).

At the sectoral level, as described above, it is necessary to introduce innovations sufficiently rapidly and receive the final economic effect. This can be achieved using the known available results of fundamental scientific research and applied research in relation to the conditions of a particular company of the industry. *At the first stage*, first of all, it is

¹⁶⁶ Central Statistical Bureau of Latvia base <http://www.csb.gov.lv/en/dati/explanation-symbols-database-40691.html> TARGET=_blank>Explanation of symbols in database

necessary to investigate market research demands, the main customers of the company (Fig. 2.3). According to the research results of market needs for various designs of ships, their seaworthiness characteristics, carrying capacity, etc., research and development (R&D) works are planned. Exploratory studies may be performed in order to introduce new products, production technologies, new materials, control methods, etc. The tasks are also set to implement in practice the promising results of fundamental research carried out by other organisations. For example, the design and manufacturing of double-hulled vessels of small and medium tonnage (catamarans) require the introduction of new materials and technologies, as well as carrying out R&D activities. The goal of R&D may be to create models of new or upgraded machinery, equipment and devices. After the positive results of appropriate tests, project design and technological documentation for serial production is developed. This is performed at the *second stage* of the innovation process (Fig. 2.3).

Taking into account that the introduction of novelties and innovations often requires significant financial investments, the positive effects can be brought to companies of the Latvian shipbuilding industry by the application of Japanese experience of cooperation of several companies for the joint development and introduction of innovations.

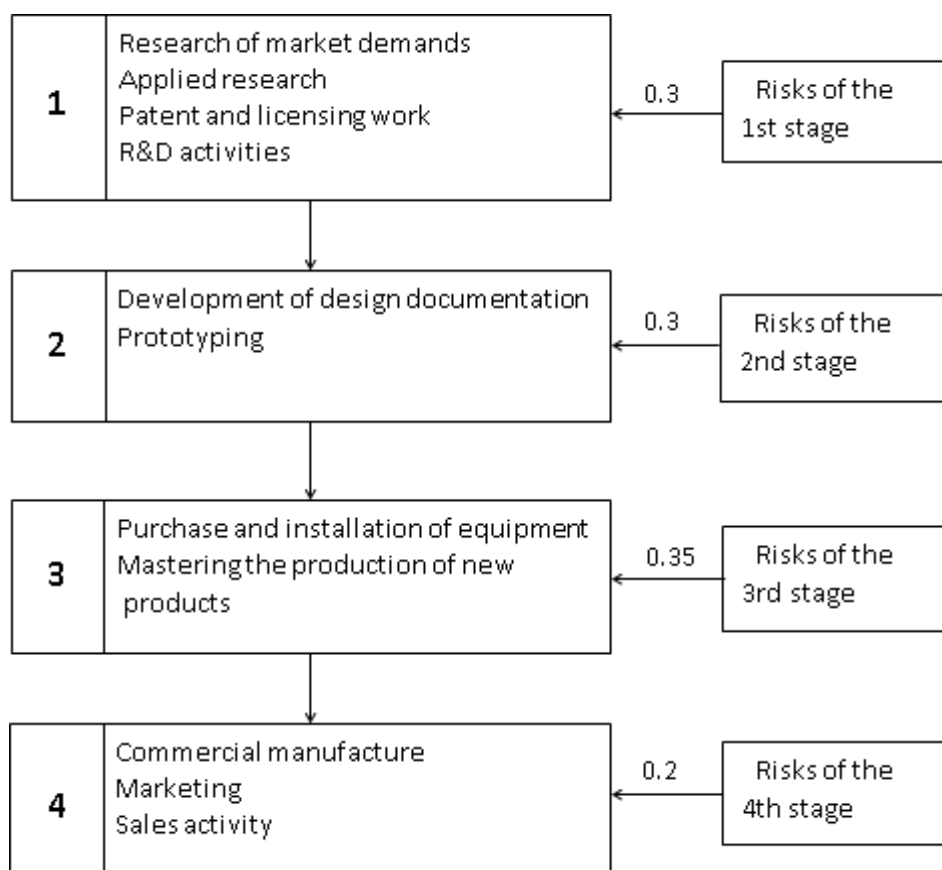


Fig. 2.3. The enlarged scheme of innovation process at the enterprises of the shipbuilding industry in Latvia (developed by the author)¹⁶⁷

2.3.2. Risk Characteristics of Innovative Processes in the Building of Ships and Boats Area in Latvia

¹⁶⁷ Aliev, B., Kochetkov, Yu., "Characteristics of the risks of innovation process in the industry of shipbuilding in Latvia". BSA, zinātnisko rakstu krājums, V Starptautiskā zinātniski praktiskā conference "The transformation process of law, the regional economy and economic policy: the relevant economic and political and legal issues", 2016. g. 9. decembris. Rīga: BSA, 2017, 27-36 lpp. ISBN 978-9984-47-143-3.

Introducing novelties to the companies of the industry, there is often a need for a practical use of any inventions or even discoveries. Legal regulation of intellectual property at the international level is implemented in accordance with the Paris Convention adopted at the end of the 19th century. Therefore, before the introduction of novelties, patent and licensing work should be carried out to eliminate these risks.

At the first stage of innovation process (Fig. 2.3), apart from the above-mentioned risks, there may also be risks performing other works. In each particular company of the industry, risks will have their own characteristics. Conditionally, senior managers of companies in their propensity to take risks can be divided into three groups: risk-averse investors, risk-seeking investors and risk-neutral investors.

At the first stage of innovation process, a thorough study of market needs is of utmost importance, since it determines the direction and plans for next innovations. Therefore, at this stage the price of a wrong decision can be very high; respectively, the risks will be substantial. The leading role in the market research is played by the marketing departments of companies of the industry; a lot depends on the qualifications of their employees.

The risks occurring at the first and second stages of the innovation process are mainly related to the initiation of a new project, unfamiliar or little-known topics. According to the survey of a number of industry experts, the magnitude of such risks is 0.3 taking into account an increase in their values due to the “novelty effect”¹⁶⁸. To reduce these risks, it is useful to attract external consultants and establish cooperation among companies of the industry. The present stage of scientific and technical progress is characterised by the technological revolution. The companies of the Latvian shipbuilding industry also develop fundamentally new technologies.

After the completion of the documentation development, the third stage of innovation process begins: preparation and development of new products. In the companies of the Latvian shipbuilding industry, the nature of production is single-piece and small-scale. Therefore, integrated mechanization and automation of technological processes are mainly carried out using universal equipment and devices that should be properly configured. The development of new manufacturing operations in such conditions will always be associated with substantial risks. Therefore, in the opinion of industry experts, the magnitude of risks has been defined as 0.35.

At the third stage (Fig.2.3), there are the highest risks in the innovation process. This is due to the fact that in practice during the development of manufacturing process of new products, drawbacks of innovation project are identified that have not been recognised and eliminated at the previous stages. Taking into account the single-piece and small-scale nature of production in the Latvian shipbuilding industry, the qualification of company’s staff is of utmost importance.

At the stage of initiating the commercial manufacture – *the fourth stage* of the innovation process – tactical marketing functions should be carried out (Fig. 2.3). At this stage, the market strategy of companies is specified: market environment, the competitive advantages of the company, analysis of similar products of competitors, price adjustment, etc. According to the opinion of relevant professionals of the Latvian shipbuilding and ship repair industry, the magnitude of the risks does not exceed 0.2 at the fourth and final stages of innovation process in the industry.

In accordance with a new paradigm of risk management, companies are beginning to use the integrated rather than fragmented approach to risk. All the work with risks is coordinated and controlled by the top executive management of a company.

¹⁶⁸ Krugman P., Obstfeld M. International Economics: Theory and Policy. Prentice Hall, USA, 2008

The study identified and analysed only the following main risks¹⁶⁹.

1. Political risks: various economic sanctions; upheaval, terrorist attacks in countries where there are ordering companies (customers). The magnitude of the risk (probability of an undesirable outcome) is 0.3–0.4.

2. Social risks: the possibility of strike of workers at a particular company or in solidarity with other organisations. The magnitude of the risk is 0.05–0.1.

3. Commercial risks: refusal of customers from already finished products and to pay for all work performed. The magnitude of the risk is 0.05–0.1.

4. Financial risks: partial or total refusal of customers to pay in time for the work carried out due to various reasons; currency risks due to changes in exchange rates. The magnitude of the risk is 0.4–0.5.

5. Production risks: the inability to execute the order in time due to various reasons (project documentation is not ready; raw materials are not received in the required time frame, lack of specialists, etc.). The magnitude of the risk is 0.2–0.3.

6. Risks of innovation: refusal to perform initiated projects due to various reasons (lack of money, suppliers failed, defects revealed in new equipment, etc.). In this group of risks, it is taken into account that innovations are always associated with an increased risk of 15–20% (Fathutdinov 2000). The magnitude of the risk is 0.3–0.35.

7. Technical risks: violation of technology, defect, failure to comply with safety regulations, technological accidents, the effect of weather conditions (low air temperature). The magnitude of the risk is 0.05–0.1.

8. Transportation risks: damage occurred to units and materials as a result of transportation, transportation delays, loss or theft of cargo, etc. The magnitude of the risk is 0.1–0.2.

9. Ecological risks: technogenic accidents; fuel, lubricant spills, etc. The magnitude of the risk is 0.1–0.15.

10. Risks of changes in legislation: changes in the tax system may reduce the competitiveness of companies, lead to direct financial losses. The magnitude of the risk is 0.1–0.2.

After identifying the main risks and determining their magnitude, ranking of risks, depending on the extent of possible damage, was performed. Based on the assessment results, the author built the matrix of risks, which were classified according to the probability of their occurrence and severity, i.e., the extent of possible damage¹⁷⁰. To construct the matrix, the author used a 6-point empirical scale of probability of risks and their ranking, as well as a 6-point scale of severity of possible damage¹⁷¹. In accordance with the ranking results, the matrix cells demonstrate risk numbers from the given list (Table 2.5). The ranking shows that the greatest (catastrophic) extent of potential damage is characteristic of commercial risks (3) and risks associated with changes in legislation (10). However, the magnitude of these risks is very small and small, respectively. By the magnitude of risks, the most serious risks are financial risks (4) – “a large risk” and political risks (1), as well as the risks of innovation (6) – “medium risks”. By their magnitude, most risks refer to the group of “small” and “very small risks”, and by the possible damage they do not exceed the medium extent.

¹⁶⁹ Aliev B., Kochetkov Yu. Risks in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. VADYBA, Journal of Management, vol.28, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2016, p. 9-13. ISSN 1648-7974.

¹⁷⁰ Ahlstrom D. Innovation and Growth: How Business Contributes to Society. Journal “Academy of Management Perspectives”, Vol. 24, 2010.

¹⁷¹ Bessant, J., Lamming, R., Noke, H., Phillips, W. Managing innovation beyond the steady state. Journal “Technovation”, Vol. 25, No. 12, 2005.

Table 2.5.

Matrix of Risks in the Shipbuilding and Ship Repair Industry in Latvia
(calculated by the author)

Based on the experience of successful companies of the world, it is possible to state using the matrix of risks that risks of innovation (6) and commercial risks (3) are in the so-

No.	Probability of undesirable outcome	Gradation of risks	Extent of possible damage					
			negligible	small	medium	large	very significant	catastrophic
			a	b	c	d	e	f
1	0.0 – 0.1	very small		2; 7				3
2	>0.1 – 0.3	small	9	8	5			10
3	>0.3 – 0.4	medium				6	1	
4	>0.4 – 0.6	large					4	
5	>0.6 – 0.8	maximum permissible						
6	>0.8 – 1.0	critical						

called “tolerance” zone – it is the diagonal of the matrix of risks coming from cell a6 to cell f1 (Table 2.5)¹⁷². Tolerance or propensity for risk is a concept that is associated with people, decision-making and characterises the severity of risks the senior management of a company is able to adopt, sustain and successfully optimise. These risks are most acceptable to a company; in case of these risks profit will be the greatest possible under the given conditions. The desire to obtain even more profit will increase risks to the extent unacceptable to the senior management of a company.

Optimisation of risks being outside the tolerance zone, in principle, should be performed as follows. From the zone of the most dangerous critical risks that can lead to considerable losses of a company and are concentrated in the corner cell f6 of the matrix and around it, it is necessary to move to the tolerance zone in the direction of the second diagonal a1–f6 of the matrix of risks. From the zone of very small risks and negligible possible damage that is around the cell a1 of matrix of risks, for the purpose of optimisation it is necessary to move in the same direction to the diagonal a1–f6 approaching the tolerance zone.

For each particular company of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia, the process of risk optimisation, of course, will have its own individual character depending on the existing circumstances and the risk appetite of the senior management of a company. Among the dangerous risks mentioned above, it is necessary to highlight the external risks associated with changes in legislation as in Latvia these changes occur very often and need to be constantly monitored. Commercial and financial risks, work with clients, as well as

¹⁷² Aliev B., Kochetkov Yu. Risks in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. VADYBA, Journal of Management, vol.28, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2016, p. 9-13. ISSN 1648-7974.

political risks deserve permanent attention. These risks should be thoroughly monitored, first of all, by employees of marketing departments.

Chapter 3. Ways to Improve the Competitiveness of the Building of Ships and Boats Area of Latvia

As previously mentioned, successful development of the regional economy requires that enterprises operating in the industries of the region, including the construction and repair of ships, function successfully in world markets. For this purpose, they must produce high-tech products that will be in demand in international markets and successfully compete with similar products of other countries and regions. One of the main conditions for ensuring competitive advantages of enterprises operating in the industries of the region is active investment and innovation activity and the introduction of scientific and technological advances in production¹⁷³ (Porter, 1998). These processes in Latvia are subject to the influence of many factors and depend on a number of conditions.

Competition in the field of shipbuilding and ship repair takes place both at the international level between individual countries and at the global level on a global scale. In terms of intensity, competition of shipbuilding companies can be described as quite fierce, which is characteristic of globalization, when competitors can drive out of the market, destroy and absorb each other. Competition of companies can take any form, for example, can be objective when similar products compete or functional (substitute goods compete). In the global sphere of shipbuilding and ship repair, various methods of competition are used. Some companies take aggressive, tough measures against their competitors. They put pressure on suppliers, banks so that they do not cooperate with their competitors. In Latvia, for example, as in other countries, companies often entice highly skilled professionals from competitors.

Novelty, in its turn, is the result of fundamental or applied research, technological development or experimental work in any field in order to improve its effectiveness. Development of novelty requires some financial investment. Then, this novelty should be introduced, turned into innovation in order to pay back the investment and achieve a positive effect.

Typical reasons for the introduction of novelty and innovations that can provide competitive advantage of the company and the industry as a whole are as follows. First of all, it is new technologies that provide strategically important innovations. They can lead to the production of more advanced types of high quality products with new properties required by users. It can also be new ways of marketing and servicing of final goods. Another important reason of innovation is new “higher” demands from customers. This encourages companies of the industry to introduce novelty in order to meet customers’ requirements. The emergence of a new segment of the industry also provides it with competitive advantage.

At present, it is also proposed to form the theory of competitive advantage on the basis of the concept of value¹⁷⁴. The value refers to a specific factor or a feature possessed by the industry, which ensures its superiority over competitors in the markets. Values can be very different and classified by a number of features. For example, values are distinguished by type: tangible, intangible, financial, political, etc. Values are divided into primary (highly qualified personnel, radical innovations, computerized system of design and production management, etc.) and secondary (cheap labour resources, non-critical innovations, etc.). Almost any object giving the industry competitive advantage can be attributed to the value. Each value has its own characteristics and the extent of influence on competitiveness.

3.1. Assessment of the Sustainability of the System of Factors Affecting Competitiveness of the Building of Ships and Boats Area of Latvia

¹⁷³ Porter M. The Competitive Advantage of Nations. The Free Press. New York, 1990.

¹⁷⁴ Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент. Издательство «ДЕЛО». Москва. 2001 (in Russian).

According to the model proposed by the author in the previous sections, an analysis of the system of relationships of the operating factors affecting the competitiveness of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia has been performed (see Chapter 1). The proposed cognitive map of the system of relationships of the main factors makes it possible to assess the impact of innovations and the competitiveness of enterprises in the industry.

The digraphs A and B under consideration, which describe the impact made on the competitiveness of the system of factors of the shipbuilding industry (Fig. 1.2), have been tested for absolute stability and pulse stability. For this purpose, adjacency matrices of these digraphs have been analysed. For example, Fig. 3.1 shows the adjacency matrix of the digraph A. The adjacency matrix of the signed graph has the form of $A = (\alpha_{ij})$, where

$$(\alpha_{ij}) = \begin{cases} +1, & \text{if the edge (i, j) is positive,} \\ -1, & \text{if the edge (i, j) is negative,} \\ 0, & \text{if the edge (i, j) is absent.} \end{cases}$$

The lack of stability of the graph means that in the considered system of factors the negative processes can occur and even intensify, which, for example, can reduce the potential for innovation and the competitiveness of the industry. For the given analysis, the calculations of eigenvalues of the adjacency matrices of digraphs have been performed (Table 3.1). The characteristic polynomial of the adjacency matrix of the digraph A has the following form:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda E) = \alpha_{11} \cdot \lambda^{11} + \alpha_{10} \cdot \lambda^{10} + \dots + \alpha_1 \cdot \lambda^1 + \alpha_0 \cdot \lambda^0,$$

where $\det$ – the determinant of the matrix;

E – the corresponding unit square matrix;

α_i – the coefficients of the characteristic polynomial at roots λ_i .

Parameters λ_i are the roots and the eigenvalues of the matrix A only if they satisfy the equation:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda \cdot E) = 0.$$

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Fig. 3.1. Adjacency matrix of digraph A comprising all the relevant factors that affect the competitiveness of the shipbuilding industry in Latvia (calculated by the author)

Table 3.1. **Characteristics of Digraphs with account of (Graph A) and without regard to (Graph B) Political Tensions in the Society (calculated by the author)**

No.	Graph	Degree of balance b	Eigenvalues of adjacency matrices of digraphs
1	A	0.776	0;0;0; 0; 0; 0; 1.135; 0.451+1.002i; -0.778; 0.451-1.002i; -0.629+0.736i; -0.629-0.736i.
2	B	1.00	0; 0; 0; 0; 0; 0; 1.135; 0.451+1.002i; -0.778; 0.451-1.002i; -0.629-0.736i; -0.629+0.736i.

The calculation results of eigenvalues of the adjacency matrices of digraphs A and B (see Table 3.1) show that both digraphs have their eigenvalues exceeding unity in modulus. According to the graph theory, in this case both digraphs and their respective systems of factors are absolutely and pulse unstable¹⁷⁵. The initial pulse in any vertex of the digraph further may cause bigger pulses in other vertices and lead to undesirable consequences – reduced competitiveness of the industry. For example, in case of the shortage of highly skilled professionals in the country (the vertex u_9 of digraph) poaching by competitors (u_5) of even one good employee can lead to serious consequences: the work of the team will be disrupted (u_{10}) in terms of the development of new equipment or technologies, as well as R & D will slow down (u_{11}), etc. This will adversely affect the potential for innovation, the competitiveness of companies and the industry as a whole (u_1).

3.1.1. Forecasts of Competitiveness of the Building of Ships and Boats Area

To solve the problem of forecasts of system behavior described by digraph A, an in-depth analysis of the model was performed by studying the pulse processes in the system. The pulse refers to a positive or negative unit input on a vertex of digraph, for example, the allocation of funds for some innovations. The theorems of pulse processes have been used in the research. If we have a digraph with the adjacency matrix A, for a simple pulse process in the digraph with the initial vertex u_i the following equation can be written⁷⁷:

$$p_j(t) = \left\{ \text{element } i, j \text{ of matrix } A^t \right\}$$

$$v_j(t) = v_j(\text{ref.}) + \text{element } i, j \text{ in matrix } E + A + A^2 + A^3 + \dots + A^t,$$

where $p_j(t)$ – the number expressing the change in u_j at time t (pulse);

$v_j(t)$ – the value if the vertex of the digraph u_j (parameter of the given vertex) at discrete points in time $t = 0, 1, 2, \dots$;

$v_j(\text{ref.})$ – the reference value of the vertex (assumed to be zero).

In the vector form for a simple autonomous pulse process with the initial vertex u_i , the theorem is written in short form:

$$P(t) = P(0) * A^t,$$

where $P(t)$ – the momentum vector.

The analysis of the autonomous pulse process in the digraph determines the distribution of factors of initial pulses in the system and changes related to the parameters of vertices. Using an initial adjacency matrix of the digraph A (Fig. 1.2), predictive values of vertices A (Table 3.2) have been calculated¹⁷⁶.

Initial unit pulse has been introduced alternately to all the vertices of the digraph (the left column of Table 3.2); the calculation has been made for 10 time periods ($t = 10$). The first

¹⁷⁵ Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

¹⁷⁶ Kochetkov Yu., Aliev B. Improving the competitiveness of Latvia's shipbuilding as a basis of strategy for the successful development of the industry in the context of globalization. "Sabiedrība un kultūra", rakstu krājums No. XVIII, Liepājas Universitāte, Liepāja, 2016, 269-280 lpp. ISSN 1407- 6918.

row of the table represents the vertices of the system factors, and the predicate of the table reflects the values of the respective vertices after 10 time periods. The greatest negative impact on the state of the industry and its competitiveness (u_1) is exerted by the introduction of the initial pulse to the vertex u_5 (activity of competitors). After 10 periods, the competitiveness (u_1) falls (a sign of “minus”) by 9 units, innovations (u_2) reduce by 11 units, the potential for innovation (u_6) decreases most of all – by 14 units. The revenue of the industry (u_4) also decreases by 7 units and, consequently, financial resources of innovation (u_7) – by 6 units.

Table 3.2.

Predictive Values of Vertices of the System Digraph at $t = 10$. The left column – vertices $u_1, u_2, \dots, u_{12}$, to which a unit pulse has been originally introduced (calculated by the author)

	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9	U_{10}	U_{11}	U_{12}
U_1	4	5	0	3	0	6	3	0	0	0	3	0
U_2	3	4	0	3	0	5	3	0	0	0	3	0
U_3	3	3	1	3	0	3	3	0	0	0	2	0
U_4	5	6	0	4	0	6	3	0	0	0	3	0
U_5	-9	-11	0	-7	1	-14	-6	0	-1	-1	-7	0
U_6	3	3	0	3	0	4	3	0	0	0	2	0
U_7	6	6	0	5	0	6	4	0	0	0	3	0
U_8	5	6	0	3	0	6	3	1	0	0	3	0
U_9	8	9	0	6	0	9	4	0	1	1	4	0
U_{10}	6	6	0	5	0	6	3	0	0	1	3	0
U_{11}	3	3	0	3	0	3	2	0	0	0	2	0
U_{12}	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	1

Political tension in the society (u_{12}) exerts an insignificant negative effect; it influences only the possible reduction in assistance from the state (u_8). The greatest positive impact (a sign of “plus”) on the competitiveness of the industry (u_1), innovation (u_2) and potential for innovation (u_6) is achieved by the introduction of the pulse to the vertex u_9 – the presence of highly qualified and motivated professionals: the values of respective vertices increase by 8–9 units. The revenue of the industry (u_4) increases by 6 units and financial resources (u_7) – by 4 units.

Introduction of unit pulses to vertices u_3 (cooperation of companies of the industry) and u_{11} (introduction of modern equipment and technologies) has almost the same positive impact on the competitiveness u_1 – by 3 units, innovation u_2 – by 3 units, income u_4 – by 3 units, financial resources u_7 – by 2 (3) units and potential for innovation u_6 – by 3 units. Assistance from the state u_8 significantly increases the potential for innovation u_6 – by 6 units; consequently, innovation u_2 – by 6 units and competitiveness of the industry u_1 – by 5 units. A very significant contribution to improving the competitiveness of the industry is made by the introduction of a unit pulse to the vertex u_{10} – creative climate in the team: potential for innovation (u_6), innovation (u_2) and competitiveness (u_1) increase by 6 units each. The revenue of the industry (u_4) increases by 5 units and, consequently, the financial resources (u_7) – by 3 units.

3.2. Expert Estimation of the Main Problems of Enterprises of the Industry

Enterprises of different sectors of the regional economy operate on the same territory and in the same legal field. However, even enterprises of one sector of the economy that are in more or less equal conditions experience different levels of difficulty, problems associated

with entering global markets and retaining their positions in them¹⁷⁷. Therefore, in the opinion of the author, it is important to identify the problems that are common to most enterprises in the shipbuilding and ship repairing industry of Latvia and the features of innovation processes and to take them into account when formulating recommendations for improving the competitiveness of enterprises.

To maintain successful performance in contemporary business conditions, shipbuilding companies both in Latvia and abroad should constantly improve their products and increase their quality. This implies the introduction of advanced materials for ships, manufacturing and repair technologies, computer hardware, modern designs, etc.

Unfortunately, Latvia occupies one of the last places in the EU by research and innovation: the number of innovative companies is insufficient, only slightly above 20%. In the EU, on average the innovative companies and industries account for more than 50%. The author believes that the mission of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia is as follows. The shipbuilding industry should be based on knowledge, information, and become one of the key leaders in the transition of Latvia to post-industrial, knowledge-based economy; it should take a worthy niche market in the Baltic Sea region, in a qualitative manner meet the needs of customers on a global scale and ensure the welfare of all workers in the sector. The choice of competitive strategies of the industry, i.e., a system of actions of its constituent companies, is made depending on the role and informative functions of these companies¹⁷⁸. Depending on the role function, major companies in the shipbuilding industry can be attributed to the “candidates for leadership”. They occupy about 30% of market share in their niche of the Baltic Sea region and seek to take a monopolistic position. In accordance with the informative function, the main companies in the industry can be attributed to the “patients” that specialise in certain niche markets. For example, recently in Latvia the company has been founded operating in the construction of yachts of medium size for relatively wealthy clients.

The need for innovative development of the Latvian shipbuilding industry is recognised by all the leading experts of the industry¹⁷⁹. However, as the survey has shown there is a great divergence of views on strategic priorities of innovative development. Taking into account limited financial resources of companies in the industry and the virtual absence of assistance from government agencies, for successful functioning in the context of global competition it is necessary to establish a unified development policy of innovative directions of the Latvian shipbuilding industry. This will help to coordinate the cooperation among the companies within the industry in terms of innovations, to apply the Japanese experience of cooperation, to establish constructive cooperation with state institutions in providing practical assistance to companies within the industry. Training and educating specialists for the industry at the public educational institutions can serve as an example.

There are many theories of decision making, starting with the well-known theory of Neumann and Morgenstern based on the construction and use of utility functions¹⁸⁰. However,

¹⁷⁷ Aliev B. “Перспективы и проблемы развития отрасли судостроения и судоремонта Латвии”. Сборник V научной международной конференции молодых ученых в BSA, 14-15 мая 2015г., с. 83-88. ISBN 978-9984-47-102-0 (in Russian).

¹⁷⁸ Aliev, B., Kochetkov, Yu., “Strategies of Latvian enterprises in international competition”. The 16th International Scientific Conference “Information Technologies and Management” 2018. Theses of paper. April 26 – 27, Riga, 2018. ISMA University, p. 129 – 131. ISSN 1691-2489.

¹⁷⁹ Aliev, B., Kochetkov, Yu., Nedelev K. Innovative processes in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia. VADYBA, Journal of Management, vol.30, No. 1, Lithuania Business University of Applied Sciences, Klaipeda, 2017, p. 111-116. ISSN 1648-7974.

¹⁸⁰ Neumann J., Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behaviour. Princeton University Press. 2007.

this theory is often not confirmed in practice^{181,182}. Therefore, it has not been used within the present research. Taking into account the wide divergence in expert opinions on the priorities in the directions of innovative development of companies within the shipbuilding and ship repair industry as well as vagueness of the information field, the expert estimation method has been used to perform the analysis and formulate recommendations in the research. This reduces the risk of making wrong decisions. By the expert estimation method, the group of competent experts measures the characteristics of the studied phenomena to develop optimal recommendations. The expert group included the principal specialists of the leading companies within the industry and professors at the Latvian universities (RTU, BSA); a total of 12 experts.

As a result of the survey, six main directions of innovative development of the companies within the industry have been identified (Table 3.3). Each expert has been asked to assess the directions of innovative development taking into account the greatest possible number of factors: the availability of funding, government assistance, economic viability, social implications, ecology and others. Experts have rated the directions of innovative development using a universal quantification scale [1, 10]: 1 – the worst ranking (the lowest priority), 10 – the best ranking (the highest priority). The results of the survey of experts are presented in Table 3.3. The survey has been carried out anonymously; experts have answered the questions without consulting each other to eliminate the mutual influence on the results.

Table 3.3. The results of the Survey of Experts, calculated by the author

Designation	Directions of innovative development	Expert estimates											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Construction of vessels of new designs: for the transport of live fish, catamarans, etc.	7	4	6	10	6	10	5	6	6	5	9	6
B	The introduction of advanced materials and technologies	8	6	5	8.5	7	9	7	5	5	6	8	5
C	Development of workers' skills	10	10	9	10	10	10	10	9	10	10	9	10
D	Improving the marketing system	9	9	7	8	8	9	9	10	7	8	9.5	9
E	The construction of new production facilities and repair of the existing ones	6	5	8	8	4	10	8	7	8	8	7	8
F	The introduction of modern equipment and machinery	5	8	4	10	9	8	6	4	4	9	8	7

Estimates obtained as a result of the survey of experts demonstrate sufficiently large differences in their opinions. Thus, the problem arises to generate consolidated findings and

¹⁸¹ McCardle K. F., Winkler R. Repeated Gambles, Learning and Risk Aversion. Management Science, vol. 38(6). 1992.

¹⁸² Bunge M. Treatise on Basic Philosophy. Epistemology and Methodology, vol. 7(3). Philosophy of Science and Technology. Part II: Life Science, Social Science and Technology. D. Reidel Publishing Company: Boston. 1985.

recommendations in the face of uncertainty. The probability theory is not consistent with subjective categories of human thinking, and in this situation it does not suit. The fuzzy set theory allows evaluating the fuzzy concepts and information, carrying out the relevant calculations and making valid conclusions¹⁸³. Fuzzy logic is much closer to human thinking than traditional logic. This allows successfully using it in management to make grounded decisions.

Within the research, the author has carried out the multi-criterion estimation and analysis of alternatives for the case, when criterion estimation is determined as a degree of confirmity of alternatives to the concepts defined by criteria. The convolution operation has been used on the basis of fuzzy set intersection¹⁸⁴. If there is a set of m alternatives ($\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$), a fuzzy set can be considered for criterion C ¹⁸⁵:

$$\tilde{C} = \sum_{i=1}^m \frac{\mu_c(\alpha_i)}{\alpha_i},$$

where $\mu_c(\alpha_i) \in [0,1]$ – the estimation of alternative α_i by criterion C , which describes the degree of confirmity of an alternative to the concept defined by the criterion; $i=1, 2, \dots, 12$; Σ – is the sum of pairs $\mu_c(\alpha_i)$ and α_i .

From n criteria, it is assumed that the best alternative is the one that satisfies all the criteria $C_1, C_2, \dots, C_n$. The rule for choosing the best alternative is written as the intersection of the corresponding fuzzy sets:

$$D = C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n$$

The given operation of the intersection of fuzzy sets corresponds to the minimisation operation applied to their membership functions:

$$\mu_D(\alpha_j) = \min \mu_{C_i}(\alpha_j), i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$$

The best alternative is assumed to be α^* , which has the maximum value of the membership function^{186,187}:

$$\mu_D(\alpha^*) = \max \mu_D(\alpha_j), j = \overline{1, m}$$

The construction of membership functions of fuzzy sets has been performed using the method of paired comparisons based on the processing of estimator matrices that reflect expert opinion on the expressiveness of a set element property formalised by this set^{188,189}. A special scale has been used to determine matrices of estimates with qualitative assessments of importance from “1” (equal importance) to “9” (extreme importance). Let the set of n elements be $X = \{x\}$. Let us assume that the estimate of element x_i compared to element x_j in terms of property S is α_{ij} . For concordance, it is assumed that $\alpha_{ij} = 1/\alpha_{ji}$. Estimates α_{ij} form matrix $A = \|\alpha_{ij}\|$. Solving equation $Aw = \lambda w$, where λ – the eigenvalue of matrix A , we find the eigenvector of matrix A : $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$. The calculated values of w_i , forming eigenvector w , are taken to be a degree of confirmity of elements x to set S :

¹⁸³ Kaufmann A. Introduction a la théorie des sous-ensembles flous (Fuzzy Sets Theory). Masson: Paris - New York – Milan. 1977.

¹⁸⁴ Bellman R., Zadeh L. Decision making in a fuzzy environment. Questions of analysis and procedures of decision making. Mir: Moscow, 1976 (in Russian).

¹⁸⁵ Borisov A., Krumberg O., Fedorov I. Decision making on the basis of fuzzy models. Zinātne: Riga, 1990 (in Russian).

¹⁸⁶ Yager R. R. Multicriteria decisions with soft information: an application of fuzzy set and possibility theory. Fuzzy Mathematics. Pt 1, 2(2), 21-28; Pt 2, 2(3), 7-16. 1982.

¹⁸⁷ Borisov A., Krumberg O. Possibility theory for decision making. Fuzzy Sets Systems, vol. 9(1), 13-24. 1983.

¹⁸⁸ Saaty T. L. Measuring the Fuzziness of Sets. Cybernetics, vol. 4(4), 53-61. 1974.

¹⁸⁹ Saaty T. L. Interaction in hierarchic systems. Technical cybernetics, vol. 1, 68-84. Moscow (in Russian). 1979.

$$\mu_s(x_i) = \omega_i, \quad i = \overline{1, n}$$

For example, matrix A_3 of paired comparisons of responses by expert No.3 based on the scale of importance of estimates^{190,191} is as follows:

$$A_3 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 5 & 7 & 9 \\ 0.33 & 1 & 2 & 3 & 5 & 8 \\ 0.25 & 0.5 & 1 & 2 & 4 & 7 \\ 0.2 & 0.33 & 0.5 & 1 & 2 & 5 \\ 0.14 & 0.2 & 0.25 & 0.5 & 1 & 2 \\ 0.11 & 0.12 & 0.14 & 0.2 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}$$

As a result of calculations, eigenvalues of matrix A_3 are obtained: $\lambda_1 = 6.177$; $\lambda_2 = -4.781 \cdot 10^{-4} + 1.084i$; $\lambda_3 = -4.781 \cdot 10^{-4} - 1.084i$; $\lambda_4 = -0.064$; $\lambda_5 = -0.056 + 0.129i$; $\lambda_6 = -0.056 - 0.129i$, where $\lambda_{\max} = \lambda_1 = 6.177$.

Then, it is necessary to find the eigenvector of matrix A_3 based on the equation:

$$\begin{pmatrix} 1 - 6.177 & 3 & 4 & 5 & 7 & 9 \\ 0.33 & 1 - 6.177 & 2 & 3 & 5 & 8 \\ 0.25 & 0.5 & 1 - 6.177 & 2 & 4 & 7 \\ 0.2 & 0.33 & 0.5 & 1 - 6.177 & 2 & 5 \\ 0.14 & 0.2 & 0.25 & 0.5 & 1 - 6.177 & 2 \\ 0.11 & 0.12 & 0.14 & 0.2 & 0.5 & 1 - 6.177 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \\ \omega_5 \\ \omega_6 \end{pmatrix} = 0$$

Let us consider the introduction of the normalization requirement: $\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6 = 1$. A system of equations is obtained:

$$\begin{aligned} -5.177\omega_1 + 3\omega_2 + 4\omega_3 + 5\omega_4 + 7\omega_5 + 9\omega_6 &= 0 \\ 0.33\omega_1 - 5.177\omega_2 + 2\omega_3 + 3\omega_4 + 5\omega_5 + 8\omega_6 &= 0 \\ 0.25\omega_1 + 0.5\omega_2 - 5.177\omega_3 + 2\omega_4 + 4\omega_5 + 7\omega_6 &= 0 \\ 0.2\omega_1 + 0.33\omega_2 + 0.5\omega_3 - 5.177\omega_4 + 2\omega_5 + 5\omega_6 &= 0 \\ 0.14\omega_1 + 0.2\omega_2 + 0.25\omega_3 + 0.5\omega_4 - 5.177\omega_5 + 2\omega_6 &= 0 \\ 0.11\omega_1 + 0.12\omega_2 + 0.14\omega_3 + 0.2\omega_4 + 0.5\omega_5 - 5.177\omega_6 &= 0 \end{aligned}$$

System of equations has only a trivial solution. To determine eigenvector W , one of the equations of system is substituted by the normalization requirement. Having solved the new system of equations, eigenvector W of matrix A_3 is obtained:

$w_1 = 0.451$; $w_2 = 0.229$; $w_3 = 0.153$; $w_4 = 0.092$; $w_5 = 0.048$; $w_6 = 0.027$, (at $\lambda_{\max} = 6.177$).

$$\sum_{i=1}^6 w_i = 1$$

Values w_i ($i = 1, 2, \dots, 6$), forming eigenvector W , are taken to be a degree of confirmity of responses by expert No. 3 for the fuzzy set.

Having calculated the eigenvectors of the matrices of paired comparisons of expert responses, the following sets are obtained:

$$C_1 = \{0.089/A; 0.152/B; 0.414/C; 0.254/D; 0.059/E; 0.032/F\}$$

$$C_2 = \{0.024/A; 0.079/B; 0.405/C; 0.286/D; 0.046/E; 0.16/F\}$$

¹⁹⁰ Borisov A., Krumberg O., Fedorov I. Decision making on the basis of fuzzy models. Zinātne: Rīga, 1990 (in Russian).

¹⁹¹ Saaty T. L. Measuring the Fuzziness of Sets. Cybernetics, vol. 4(4), 53-61. 1974.

$$\begin{aligned}
C_3 &= \{0.092/A; 0.048/B; 0.451/C; 0.153/D; 0.229/E; 0.027/F\} \\
C_4 &= \{0.239/A; 0.132/B; 0.239/C; 0.076/D; 0.076/E; 0.239/F\} \\
C_5 &= \{0.057/A; 0.132/B; 0.324/C; 0.181/D; 0.027/E; 0.278/F\} \\
C_6 &= \{0.23/A; 0.121/B; 0.23/C; 0.121/D; 0.23/E; 0.07/F\} \\
C_7 &= \{0.032/A; 0.089/B; 0.414/C; 0.254/D; 0.152/E; 0.059/F\} \\
C_8 &= \{0.094/A; 0.049/B; 0.277/C; 0.412/D; 0.143/E; 0.025/F\} \\
C_9 &= \{0.098/A; 0.053/B; 0.453/C; 0.139/D; 0.228/E; 0.029/F\} \\
C_{10} &= \{0.038/A; 0.066/B; 0.375/C; 0.143/D; 0.143/E; 0.236/F\} \\
C_{11} &= \{0.214/A; 0.088/B; 0.214/C; 0.349/D; 0.046/E; 0.088/F\} \\
C_{12} &= \{0.059/A; 0.032/B; 0.414/C; 0.254/D; 0.152/E; 0.089/F\}
\end{aligned}$$

Then, the choice rule is used:

$$\begin{aligned}
D = & \{\min(0.089; 0.024; 0.092; 0.239; 0.057; 0.23; 0.032; 0.094; 0.098; 0.038; 0.214; 0.059)/A; \\
& \min(0.152; 0.079; 0.048; 0.132; 0.132; 0.121; 0.089; 0.049; 0.053; 0.066; 0.088; 0.032)/B; \\
& \min(0.414; 0.405; 0.451; 0.239; 0.324; 0.23; 0.414; 0.277; 0.453; 0.375; 0.214; 0.414)/C; \\
& \min(0.254; 0.286; 0.153; 0.076; 0.181; 0.121; 0.254; 0.412; 0.139; 0.143; 0.349; 0.254)/D; \\
& \min(0.059; 0.046; 0.229; 0.076; 0.027; 0.23; 0.152; 0.143; 0.228; 0.143; 0.046; 0.152)/E; \\
& \min(0.032; 0.16; 0.027; 0.239; 0.278; 0.07; 0.059; 0.025; 0.029; 0.236; 0.088; 0.089)/F\} = \\
& \{0.024/A; 0.032/B; 0.214/C; 0.076/D; 0.027/E; 0.025/F\}.
\end{aligned}$$

According to the rule of max(min), it has been found that the highest priority of the directions of innovative development considered by experts on the basis of the fuzzy set theory is alternative C (development of workers' skills). The second place is taken by alternative D (the improvement of the marketing system) and the third place – by alternative B (the introduction of advanced materials and technologies). The other three alternatives (E – the construction and repair of production facilities, F – the purchase and installation of modern equipment, A – the production of vessels of new designs) occupy the places from 4 to 6, respectively, and in respect to preference they differ little from each other.

To make conclusions that most accurately reflect the consolidated opinion of the expert commission, it is necessary to follow the general scientific concept of stability¹⁹². The concept of stability is based on the use of different methods of mathematical processing of expert opinions to highlight similar recommendations obtained by these methods. A significant change in recommendations from method to method would indicate a high degree of their dependence on expert subjectivity. Therefore, apart from the fuzzy set theory, to obtain a consolidated opinion of experts three methods of mathematical processing of the responses have also been used: an arithmetic average rank method, a median rank method and the method of group decision making¹⁹³ based on the geometric average values of the ranks. In the paper, these three methods are not described in detail as they are traditional. A comparative analysis of the results of processing expert opinions has been performed using all the four methods.

¹⁹² Varian H. Intermediate Microeconomics. A Modern Approach. W.W. Norton & Co: New York, p. 223. 1993.

¹⁹³ Saaty T. L. Decision Making with Dependence and Feedback. RWS Publications: Pittsburgh, Pennsylvania, p. 364. 2001.

Table 3.4 shows the ranks of the expert responses to the question about the priorities of alternatives. Rank “1” is assigned to the best alternative, and rank “6” – to an alternative that should be implemented lastly. If an expert considers that two alternatives are equal, have the same estimates and should take the first and second places by preference, they are assigned the same rank – 1.5: $(1+2) / 2 = 1.5$.

The final ranks of alternatives are calculated as follows. Using the method of arithmetic average of ranks, the sums of ranks assigned by experts to different alternatives are calculated (Table 3.4). The sums are divided by the number of experts, and the arithmetic average of ranks is obtained. Final rank of “1” is assigned to the smallest sum, and the final rank of “6” – to the largest one. By the median method, ranks of the expert responses for each alternative initially are located in non-decreasing order. Then, the sum of ranks in the mean position (the sixth and seventh places) of variational series is divided into two, and a median of ranks is obtained. The final ranks obtained by the median method as well as by the arithmetic average method are assigned by using the same rule. By the method of group decision making, geometric average of ranks for different alternatives has been calculated. The final ranks have been assigned according to the described rule. Results of calculation of the final ranks of alternatives are presented in Table 3.4.

Table 3.4. The Ranks of the Expert Responses, calculated by the author

Directions of innovative development	Experts											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	4	6	4	2	5	2	6	4	4	6	2.5	5
B	3	4	5	4	4	4.5	4	5	5	5	4.5	6
C	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2.5	1
D	2	2	3	5.5	3	4.5	2	1	3	3.5	1	2
E	5	5	2	5.5	6	2	3	3	2	3.5	6	3
F	6	3	6	2	2	6	5	6	6	2	4.5	4

It has been found that the final ranks of alternatives by the arithmetic average method and the geometric average method completely coincide (Table 3.5). Final ranks by the median method differ from the two mentioned above for alternatives B and F (5th and 6th ranks, respectively rather than 6th and 5th ranks). As a result of the four methods of calculation, alternatives C and D have taken the first place. For the grand total ranking of alternatives, the method of group decision making has been used, which enables one to obtain results that are equidistant from the maximum and minimum estimates.

According to the grand total, alternative E has taken the third place. As far as the third place is concerned, there is only a slight deviation by the fuzzy set theory. Therefore, it can be stated that for the first three places the consolidated expert opinion rather well complies with the concept of stability. For the 4th, 5th and 6th places, there are some discrepancies in the final ranks obtained by different methods of calculation. In general, it can be stated that the consolidated opinion of independent experts, according to the calculations, is quite

unanimous. The authors understand that this opinion is not the final authority, as in the final decision-making process the enterprises within the industry should take into account the specific conditions, the availability of funding, the market situation, etc.

Table 3.5. Final Ranks of Alternatives Calculated by Different Methods, calculated by the author

Alternatives	A	B	C	D	E	F
The final rank by the arithmetic average	4	6	1	2	3	5
The final rank by medians	4	5	1	2	3	6
The final rank by the geometric average	4	6	1	2	3	5
The final rank by the fuzzy set theory	6	3	1	2	4	5
The grand total by the geometric average	4	5	1	2	3	6

Thus, the research has allowed identifying the most important directions of innovative development of the shipbuilding and ship repair industry. It has been found that at present the most topical directions of innovations in the shipbuilding industry are the development of workers' skills and improvement of the marketing system. There is an urgent need for the construction of new production facilities and repair of the existing ones. These main directions of innovations meet the first priority requirements of the industry and are necessary to improve its competitiveness. Without progress in the first three main directions of innovations, the successful development of the industry in all other directions is not possible.

To successfully carry out the mission of improving the well-being, income of employees and shareholders of the shipbuilding industry in Latvia, it is necessary to concentrate primarily on raising the qualification of personnel. Acquisition of new equipment, machines and devices, the introduction of new advanced technologies in shipbuilding and ship repair is impossible without the direct participation of highly qualified, creative and motivated specialists. These workers should be interested in developing and increasing the competitiveness of their enterprises. As enterprises of the shipbuilding industry actively compete in world markets for receiving orders, the work of marketing departments should be constantly improved. It is necessary to improve and introduce new methods of working with customers, for example, direct marketing, actively explore new sales markets around the globe, including the most remote regions.

Many enterprises of the industry are still using old enough production facilities that are poorly adapted to modern requirements. Frequently purchased modern high-precision production equipment requires special conditions (temperature, humidity, absence of dust, etc.) for normal operation. This requires the construction of new production facilities or the renovation of existing ones. The state should promote the necessary renewal of the basic production assets of the industry and provide enterprises with qualified personnel, for example, to guarantee the receipt of lucrative loans and training specialists for the shipbuilding industry at the state education institutions. This will help improve the competitiveness of the industry and Latvia as a whole.

3.3. Development of an Interactive Model of Innovation Processes

To fulfil the mission related to an increase in the income and welfare of employees and shareholders, companies of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia should develop a specific investment policy and formulate strategic objectives of performance. First, it is necessary to identify and analyse the major factors of internal and external environment of enterprises that may have an impact on the nature of the investment policy. The main factors of the internal environment of enterprises are labour resources, availability of funds, organisational structure and marketing systems. Environmental factors include political, economic, market, social, etc. Then, connections and interaction are established between the parameters of internal environment of enterprises and the external positive and negative operating factors. This allows determining the most important directions of investment activity of enterprises and formulating strategic goals of enterprises consistent with their mission. Thus, the investment strategy of the industry is formed as a set of long-term areas of their development leading to the achievement of strategic goals.

Leading enterprises of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia, for example, Riga and Liepaja shipyards tend to occupy a leading position in their niches in the European and world markets. This will enable enterprises to more effectively carry out their mission. To achieve such an ambitious strategic goal, industry enterprises should move to a higher level of economic growth based on knowledge, latest achievements of science and technology. This means first and foremost commissioning and practical application of innovations and scientific achievements, i.e., innovation. It is known that in the advanced industrialised countries up to 80–85% GDP growth occurs through innovation.

Innovation processes involve the complex of scientific, technological, financial, organisational and other activities. Until recently, a linear model of innovation was used, which consisted of a series of sequential stages:

- research and development;
- applied research;
- technological and development activities;
- development of innovations in production;
- industrial mass production;
- marketing and production distribution.

This model prevailed in many countries in the mid-20th century. The disadvantage of this model is a simple linear relationship between the constituent factors: the greater the volume of scientific and applied research, the more innovations in production. In practice, however, this model does not account for the influence of the market and the complexity of the relationship between science and industry. Therefore, now we use a more complex interactive non-linear model of the innovation process. For the shipbuilding and ship repair industry in Latvia, the research proposes an interactive model of innovations taking into account risks (Fig.3.2).

Characteristic features and advantages of the proposed model are as follows. Since the model is interactive, there are “loops” of feedback among the individual stages of the innovation process. The impact of the external environment is also taken into account. Implementation of various stages of the innovation process can take place in parallel, i.e., simultaneously, which allows for significant time saving and estimation of the effect of both internal business processes and external factors. An important advantage is the control of non-linear model. Managers, responsible for the innovation process, can make decisions at different stages of the innovation process, in response to changing consumer requirements. The results of the first stage of innovation (scientific and technological research) can successfully be considered and implemented at all stages of the process. When any useful

innovations appear in the world's practice of shipbuilding and ship repair, in addition to the ones already being implemented, they can also be introduced in the innovation process.

The interactive model of the innovation process (Fig. 3.2), in terms of its analysis, is an open "soft" system consisting of several interconnected elements¹⁹⁴. The system has a certain structure and relations among the elements. It is known that a complex system often reacts to external and internal influences not as people expect¹⁹⁵. For the analysis of the model of innovations as a complex system, a systematic cognitive approach has been used within the framework of the research. The soft system can adapt to changing conditions, and there an important role is played by a subjective factor – people (researchers, managers, technicians, etc.)¹⁹⁶. The model of innovation process as a system demonstrated in Fig. 3.1 can be mathematically viewed as a signed directed weighted graph. In the research, the graph theory has been used, allowing one to perform an in-depth analysis of causal relationships in complex systems¹⁹⁷.

All elements of the system marked by numbers in Fig. 3.2 and the risks are the vertices of the signed directed weighted graph under analysis. The main risks are highlighted separately, as they play an important role in the balance of the system. There are a total of 11 vertices in the graph: $u_1, u_2, \dots, u_{11}$, interconnected by arcs (arrows) in the system. The designations of vertices (u_i) of the graph are demonstrated in brackets, Fig. 3.2. In the directed graph under consideration, four arcs are negative, the remaining ones are positive. The sign "+" is assigned to the arc (u_i, u_j) if an increase in u_i leads to an increase (strengthening) of u_j , and a decrease in u_i leads to a decrease in u_j . The sign "-" is assigned if an increase in u_i leads to a decrease in u_j and a decrease in u_i leads to an increase in u_j . The sign "+" indicates a positive causal relationship, and the sign "-" indicates a negative relationship. Any graph is a pair (U, A), where U – a set of vertices, and A – a set of arcs connecting vertices. In this directed graph (digraph), there are both contours (closed chains of the arcs of one direction) and semi-contours (a chain of arcs of different directions).

Loops of feedback are contours. All of them, except one, are balanced – have positive feedback, and there are no negative arcs. For example, the contour $u_4 - u_5 - u_4$: designing and manufacturing samples of the goods it is necessary to conduct simultaneously the relevant market research, identify consumer needs, evaluate the possible volume of sales. This naturally affects design engineering, as it is necessary to take into account the requirements of market. There is negative arc of feedback (-0.1) only between two vertices (u_9 and u_{11}). With a small probability (10 %), the vertex u_{11} can exert a negative impact on the process of production and sales (u_9) due to detection, for example, of the hidden defect that should be removed, etc.

¹⁹⁴ Gigch, John P. Applied General Systems Theory. California State University. Harper Collins Publishers, USA. 2010.

¹⁹⁵ Форрестер Д. Мировая динамика. Издательство «Terra F.». Москва. 2003. (in Russian).

¹⁹⁶ Checland P.B. Soft systems methodology: an overview. Journal of Applied System Analysis, vol. 15. 1988.

¹⁹⁷ Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

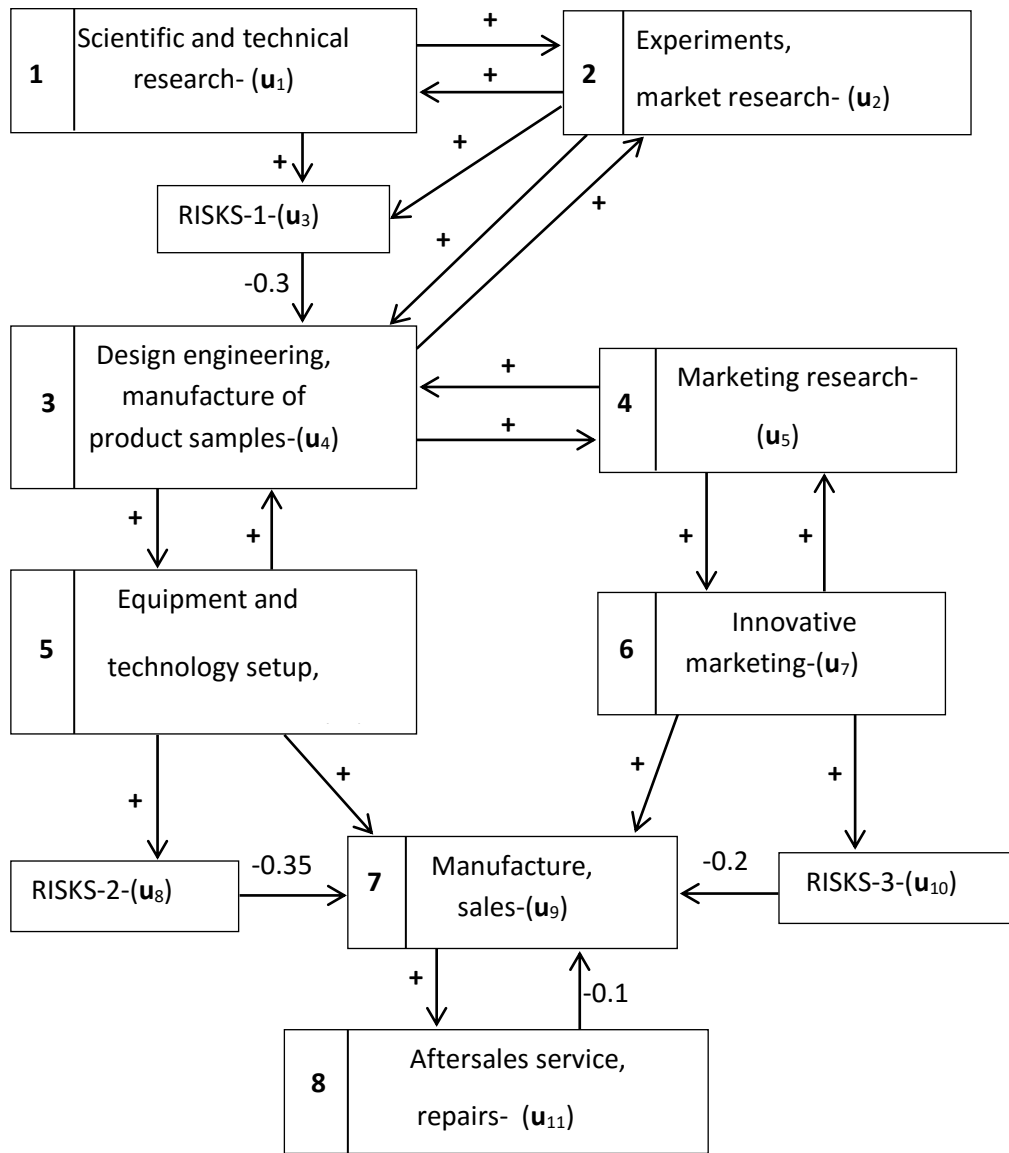


Fig. 3.2. Nonlinear interactive model of the innovation process in the building of ships and boats area in Latvia, developed by the author.

Risks (vertices u_3 , u_8 and u_{10}) can occur at different stages of the innovation process, and with a certain probability have a negative effect on the subsequent stages of innovations. Since negative arcs emanate from vertices of risks, the corresponding semi-contours will be unbalanced. Risks and negative relations play a negative role and upset the balance in the system. The greatest danger to the innovation process is demonstrated by RISKS-2 (vertex u_8), which occur at an important stage of innovation in the process of adjustment of equipment, technologies and product launch (vertex u_6). In the opinion of experts, these risks with a fairly high probability (0.35) can adversely affect the production and sales of products. The causes of RISKS-2 can be very different: technology errors, poor quality tools and supplies, lack of qualified workers, etc. If RISKS-2 are detected in the process of adjustment of equipment and technologies, they can be eliminated at once at the very same stage (u_6). However, this is not always the case; negative consequences of risks can be identified in the production process, and even during the sales of products, which is undesirable. This requires changes in the production technology or equipment replacement.

Sufficiently large risks arise at the first two initial stages of the innovation process (vertices u_1, u_2). These risks with a probability of 0.3 can adversely affect the subsequent third stage of innovations – the vertex u_4 , when the design and manufacturing of samples of goods take place. Therefore, the contour $u_1 - u_3 - u_4 - u_2 - u_1$ is unbalanced and contains one negative arc $u_3 - u_4$. The presence of unbalanced cycles in the system of signed digraph (contours and semi-contours) demonstrates that the weighted digraph is unbalanced. The imbalance of a digraph indicates that there are hidden problems in the system, which are mainly caused by the effects of various kinds of risks. Therefore, the system will not be stable enough, and various malfunctions can appear. It is virtually impossible to eliminate the causes of imbalance (risks) completely, but they need to be identified and controlled as far as possible.

In the stable functioning of the innovation process, an important role is played by marketing (vertices u_5, u_7). Conducting market research, search for potential buyers of new products already at the stage of designing and manufacturing of samples of goods (u_4) are the key to business success in the context of fierce competition. Here, the presence of the feedback from the vertex u_5 to the vertex u_4 is of importance. At the designing stage, this allows taking into account the individual needs of customers, thereby improving the competitiveness of products on the markets. The introduction of novelties and innovations often requires the search for new customers and expanding sales markets. The process of innovative marketing can give rise to certain risks, the vertex u_{10} . The risks are mainly associated with the modern features of the world economy and politics. Changes in the economic and political conditions in different regions of the world can lead to unpredictable situations, adversely affecting the sales of products. According to industry experts, the probability of the negative impact of these risks on the vertex u_9 (production and sales of products) accounts for 20%. These can be, for example, unforeseeable changes in the requirements for the characteristics of products, repudiation of the planned contracts, changes in the political situation in the country of the customer, etc.

The weighted digraph considered in the research has been tested for absolute and pulse stability. The lack of stability of the digraph means that the system described by it (innovation process) may exhibit and amplify the negative impact of any factor which, for example, may restrain innovations. To test the stability, the adjacency matrix of the weighted digraph has been analysed (see Fig. 3.3). Since the digraph is weighted, its adjacency matrix shows the negative probabilities of operating risks. The adjacency matrix takes the following form: $A = (\alpha_{ij})$, where

$$(\alpha_{ij}) = \begin{cases} +1, & \text{if the edge (i, j) is positive,} \\ -1, & \text{if the edge (i, j) is negative,} \\ 0, & \text{if the edge (i, j) is absent.} \end{cases}$$

$$\underline{A} := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.35 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Fig. 3.3. The adjacency matrix of the weighted signed digraph corresponding to the model of the innovation process in the Latvian shipbuilding industry, calculated by the author.

The characteristic polynomial of the adjacency matrix of the digraph A has the following form:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda E) = \alpha_{10} \cdot \lambda^{10} + \alpha_9 \cdot \lambda^9 + \dots + \alpha_1 \cdot \lambda^1 + \alpha_0 \cdot \lambda^0,$$

where $\det$ – the determinant of the matrix;

E – the corresponding unit square matrix;

α_i – the coefficients of the characteristic polynomial at roots λ_i .

Parameters λ_i are the roots and the eigenvalues of the matrix A only if they satisfy the equation:

$$C_A(\lambda) = \det(A - \lambda \cdot E) = 0.$$

Performing calculations, the following roots of characteristic polynomial that are the eigenvalues of the matrix A have been obtained:

-1.953; -1; -0.554; 1.861; 1; 0.646; 0; 0; -0.316i; 0.316i; 0.

It has been found out that there are eigenvalues of the adjacency matrix that exceed 1 in modulus. In this case, the signed digraph and the corresponding system of factors of the innovation process will be both absolutely (by value) and pulse unstable¹⁹⁸. Introduction of pulse into any vertex of the digraph (changing its value) in the future may cause the increasing pulses in other vertices and lead to negative consequences for the introduction of innovations, as well as innovation process may slow down or stop completely. The main reasons are risks and their negative effect resulting in the imbalance of the system as a whole.

To solve the problem of prediction of pulse propagation (any external influences) in a weighted digraph system, the theorems on the autonomous pulse processes in signed digraphs have been used in the research. Knowing the initial pulse being introduced to some vertex of the weighted digraph and its adjacency matrix A, it is possible to calculate the values of the pulses in other vertices at any time t . The time interval ($t_{i+1} - t_i$) may be different, for example, one or two months, depending on different conditions at different enterprises. The pulse process, in which the i -th component of the vector $P(0)$ defining an external pulse is equal to "1" and all other components are equal to zero, is called a simple pulse process with the initial vertex u_i . Initial unit pulse introduced into the vertex u_i then propagates throughout the system over certain amount of time. For the stand-alone pulse process, the following formula is used in the weighted digraph:

$$P(t) = P(0) \cdot A^t,$$

¹⁹⁸ Roberts F.S. Discrete mathematical models with application to social, biological and environmental problems. Rutgers University, New Jersey, USA. 1986.

Where $\mathbf{P}(0) = (0, 0, \dots, 1, 0, \dots, 0)$ with “1” at the i -th place;

$\mathbf{P}(t)$ – the vector of pulses at time t .

To calculate the propagation of the pulse process in the weighted digraph with initial vertex $\mathbf{u}_i$, the following formulas are used:

$$V_j(t) = V_j(\text{ref.}) + \text{element } i,j \text{ in matrix } E + A + A^2 + A^3 + \dots + A^t,$$

where $V_j(t)$ – the value of vertex $\mathbf{u}_j$ of the digraph at discrete points in time $t = 0, 1, 2, \dots$

E – the identity matrix.

The adjacency matrix A of the weighted digraph (Fig. 3.3) has been used as a reference. The predictive values of the vertices of the digraph are shown in Table 1 for different points in time, ranging from $t = 1$ to $t = 7$. Introducing a unit pulse to the vertex $\mathbf{u}_1$ (e.g., obtaining a positive result of scientific and technical research suitable for practical use), pulses gradually spread across the digraph system. As a result, at $t = 4$ pulses reach the vertex $\mathbf{u}_9$, and the processes of industrial production and distribution of new products are initiated. At $t = 5$, pulses reach the vertices $\mathbf{u}_{10}$, $\mathbf{u}_{11}$ and there may be a negative effect of the risks of the third stage, as well as requests for service and warranty repairs from customers of new products.

Table 3.6. Forecast Values of Digraph Vertices in the Standalone Pulse Process for Different Points in Time, calculated by the author

t	The vertices of the signed digraph										
	$\mathbf{u}_1$	$\mathbf{u}_2$	$\mathbf{u}_3$	$\mathbf{u}_4$	$\mathbf{u}_5$	$\mathbf{u}_6$	$\mathbf{u}_7$	$\mathbf{u}_8$	$\mathbf{u}_9$	$\mathbf{u}_{10}$	$\mathbf{u}_{11}$
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	2	0.7	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2.7	3	0.4	0.7	0.7	0	0	0	0	0
4	3.7	2.4	4.7	3.2	0.4	0.4	0.7	0.7	0.7	0	0
5	3.4	6.9	6.1	1.79	3.9	3.2	0.4	0.4	0.86	0.7	0.7
6	7.9	5.19	10.3	12.17	2.19	1.79	3.9	3.2	3.25	0.4	0.855
7	6.19	20.07	13.09	6.08	16.07	12.17	2.19	1.79	4.404	3.9	3.25

$t = 1, 2, \dots, 7$ – points in time. In different vertices of the digraph, a rise (increase) in pulses occurs differently. At $t = 7$, the highest value is achieved by pulses at vertices $\mathbf{u}_2$ and $\mathbf{u}_5$: when tests of new product samples are performed, the research of possible markets immediately begins and market research for future product sales is initiated. This increases the risk of the first stage of the innovation process, the vertex $\mathbf{u}_3$. At the same time, the preparatory process for the production of new products may begin, technology is developed, and devices, tools, etc. are designed (the vertex $\mathbf{u}_6$). Scientific and technical research also continues; the pulses grow at the vertex $\mathbf{u}_1$. When the production and distribution of new products are implemented (the vertex $\mathbf{u}_9$), it is also required to carry out maintenance of sold products and, if necessary, correct defects and faults ($\mathbf{u}_{11}$). Risks of the second ($\mathbf{u}_8$) and third ($\mathbf{u}_{10}$) stages are also increasing and may adversely affect the final stages of the innovation process. Apart from the main risks taken into account in the model, other risks may appear and pose an adverse effect virtually at any stage of innovation. Therefore, the system of continuous identification, evaluation, monitoring and control of risks should be developed. Final decisions on risk management and mitigation should be made by senior management of enterprises.

3.4. Recommendations for Improving the Competitiveness of Enterprises of the Shipbuilding and Ship Repair Industry

Every enterprise of the Latvian shipbuilding and ship repair industry as an integral part of the regional economy has its own characteristics and problems that must be taken into

account and solved in order to increase competitiveness in world markets. The main issue for all enterprises of the industry is the need to create conditions for **investment and innovation development**, which is impossible without the support of high-quality human capital.

Therefore, in the first place, it is necessary to **improve the skills of employees**. This can be done in many ways. For example, to send employees to special courses both in Latvia and in other countries advanced in the necessary spheres. In addition, it is possible to conclude agreements on the targeted training of employees with state education institutions in Latvia. Invitation to work of highly qualified specialists from other countries, in the opinion of the author, is only a temporary measure to overcome the difficult situation. The best option is “cultivation”, the education and training of one’s own qualified personnel.

The method of expert examination used in the research made it possible to establish that it is the high-quality human capital and the continuous **improvement of the marketing system** that are currently the main problems for most enterprises of the industry. Fierce competition in the world markets for shipbuilding and ship repair products substantiates the great importance of skilful search for profitable customers for the enterprises of the industry and long-term prospects. Therefore, to improve the competitiveness of enterprises in world markets, it is necessary to improve marketing systems, use modern methods of communication and business negotiations.

For the organisation of production processes, most enterprises of the industry use obsolete, both physically and morally, production facilities, which require frequent repairs. This problem is aggravated by the fact that often the use of modern high-precision technological equipment and devices requires special conditions (temperature, humidity, lighting, etc.). It is impossible to organise good production conditions in old premises. Therefore, a very important problem is the **construction of new and major repairs of existing production buildings and structures**. This requires large financial costs, but it is a very important factor in increasing the competitiveness of enterprises.

Increasing the competitiveness of enterprises of the industry is currently impossible without the **production of modern high-quality products** that meet the highest world standards. Today, there are increased requirements imposed on the quality of ships, especially in the environmental sphere. Vessels should be environmentally “clean”, do not pollute the environment, easy to manage and maintain. Only the manufacturing of such ships built on the basis of modern projects will allow Latvian companies to compete successfully with world producers.

The production of modern competitive products is impossible without the use of new materials and technologies. At the end of the 20th century and the beginning of the 21st century, a large number of **new materials and technologies** (for example, new metal alloys and plastic polymeric materials, which are more resistant to corrosion, to the effects of marine microorganisms, etc.) were developed and introduced into the shipbuilding and ship repair industry. The use of such materials reduces the cost of the operation of ships and water craft as well as facilitates their maintenance. These materials are primarily introduced at the world’s leading enterprises. Increasing the competitiveness of Latvian enterprises operating in the shipbuilding and ship repair industry is also impossible without the use of these novelties.

The introduction of new materials and technologies should be based on the use of **modern equipment and machines** in the production. Such equipment will allow performing technological operations more qualitatively and efficiently, improving the working conditions of personnel. As a rule, modern equipment is computerized, programmable and requires appropriate high qualification of employees. Technological chains are usually organised in modern production, when the results of the work of designers and technologists in the form of appropriate programs enter the workshops and control the operation of the equipment. The

introduction of such equipment enhances the overall production culture and ensures the achievement of a higher level of competitiveness of enterprises.

In the research, a systemic cognitive approach has been used to analyse innovative processes in enterprises of the industry. This made it possible to establish that ***risks play an important role*** in the processes of innovative transformations to increase the competitiveness of enterprises. They can adversely affect the processes of innovation, thereby reducing the level of competitiveness. To prevent the negative impact of risks in enterprises, it is necessary to organise continuous monitoring of all possible risks and their reduction. This will allow preventing a decline in the level of competitiveness.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The conducted research has demonstrated that the Latvian shipbuilding and ship repair industry has historically formed to be an important part of the country's economy.

In order to ensure a possible sustainable development of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia, it is necessary to provide a high enough level of competitiveness for successful functioning in global markets. Under these circumstances, the place of the most important resource is taken by knowledge, development of advanced technologies and innovations, which are a mandatory condition for the purpose of raising the competitiveness of companies and regions of the country in general.

1. Over the course of the research, the author has demonstrated that, in creating a system for the complex evaluation of the influence of innovations over competitiveness, it is necessary to observe a variety of principles: an analysis of a combination of criteria, the principles of relativity and systemacity. The author has conducted a classification of competitiveness evaluation methods, and the existing methods have been grouped: matrix methods; methods based on complex evaluation, etc. Such a classification provides the opportunity to rank levels of companies' competitiveness upon the evaluation of their innovation activities.

The author has proposed an algorithm for determining (evaluating) competitiveness considering: setting the goal of the evaluation; identification of types of activities taken into account during analysis; choosing a method and basis of comparison; determining characteristics to be measured; evaluating the selected characteristics; calculating an integrated index of competitiveness; conclusions regarding competitiveness. The proposed principles and methods have allowed the author to create an evaluation factor model for the innovativeness and competitiveness of the industry.

2. The author has also proposed a cognitive map of the relation system of the basic factors influencing competitiveness, such as: competitiveness in the production sector; innovations implemented in companies of the industry; cooperation of industry companies in the implementation of innovations; income of industry companies, including those from innovations; commercial activity of market competitors; potential for innovations created within the industry; financial resources of industry companies, which might be used for innovations; assistance, including financial, from the government in the implementation of innovations; teams of highly qualified and motivated specialists in industry companies; creating a creative "climate" in teams of company specialists, which is necessary for the introduction of new complicated technologies, etc. The model proposed by the author allows evaluating to a full extent the effect of innovations and competitiveness in a specific industry. Cognitive mapping serves as a tool to identify perception of a complex system and to illustrate it in the form of a useful scheme and qualitative analysis. The methodology of cognitive mapping used in the present research synthesizes systemic and cognitive approaches and is a versatile research tool for the study of complex systems.

3. It has been demonstrated during the analysis of the global maritime traffic market that the global economic growth leads to the growth of cargo shipping. World seaborne trade expanded by 2.6 %, up from 1.8 % in 2015, which is below the historical average of 3 % recorded over the past four decades. Total volumes reached 10.3 billion tons, reflecting the addition of over 260 million tons of cargo, about half of which was attributed to tanker trade. The research has demonstrated that, until 2010, the leader of maritime cargo was oil and gas, whereas dry cargo took the lead in 2014, 2015, and 2016 (shipping of the five major bulks). It also affects the demand for cargo vessels and types thereof. Consequently, deterioration and repair of vessel types will also change in the near future.

In 2016, global market leaders in cargo shipping are developing countries – 59 % loaded and 64 % unloaded, developed countries – 35 % each, transition economies – 6 % loaded and 1 % unloaded. China is the leader in plans for expenses on port infrastructure – \$14.24 trillion. In general, the Asian region (Western Asia, developed Asia, other emerging Asia) plans to spend over \$27 trillion U.S. dollars before 2030.

4. Upon analysing the global cargo fleet, the author has concluded that, among the EU countries, the merchant fleet beneficial ownership leader is Greece, owning 308836.9 dead-weight tons in thousands and followed by Germany with 112028.3 tons in thousands; the United Kingdom is third in 2016 with 51647.62 tons in thousands. It should be noted that, among the Baltic States, Latvia owns 1061.755 tons in thousands, Lithuania – 192.849, and Estonia – 316.609. Therefore, considering global trends regarding the application of maritime transport and the Latvian experience in shipping, having property and experience in the shipbuilding and ship repair industry, Latvia has the potential for stable development of maritime cargo transport, as well as shipbuilding and ship repair, taking into account innovations in this industry.

5. Based on statistical data of international organisations, areas for the development of the ship repair and shipbuilding industry can be defined for Latvia as well. Among 160 countries of the world, according to the Logistics Performance Index evaluation, Latvia ranks 43rd, below Lithuania – 29th, and Estonia – 38th. The low indicators of Latvia in such positions as Customs (merely 45th), 41st in Infrastructure (Lithuania is 27th); in Tracking & Tracing, Lithuania is ahead of Estonia (48th) and Latvia (49th)¹⁹⁹. The majority of the gross tonnage of Latvian vessels is registered on the Marshall Islands, in Liberia, as well as the EU countries – Cyprus and Malta. In total, the entirety of Latvian owners owned 1061.755 thousand tons of vessels at the end of 2017.

6. The analysis of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia has demonstrated that, from 2005 to 2012, an annual growth was experienced in the number of companies in the field of ship and boat building. In 2012, 50 companies were registered in the researched industry, and in 2016, there were 47. At the same time, the growth in the number of industry employees decreased from 2005 to 2008, where the number of employees in 2005 was 1269, and 1047 in 2008. From 2009 to 2011, the decrease in employees reached the level of 866 people, thus the decrease was 32 % compared with 2005. The turnover in the field of ship and boat building between 2008 and 2014 decreased, the drop was 35.8 % in 2014 compared to 2008. Only innovation in the presence of highly qualified and motivated human capital can ensure a reliable increase in competitiveness and sustainable development of companies. It is necessary to develop a special program for improving human capital, a system for training

¹⁹⁹ **Tracking & tracing** has become an informal name for the system that is used for tracking items via standardized reference numbers or dedicated barcodes. Tracking and tracing provides detailed information concerning cross-border shipments. The World Bank Report of LPI, 2017.

and retraining of qualified personnel. It is necessary to improve the system of remuneration, bring it in line with the European standards.

7. In Latvia, the majority of cargo shipping is carried out by 3 ports: Riga, Ventspils and Liepaja. Several small ports: Salacgriva, Roja, Engure, Mersrags, are included in the statistics base as minor ports. A significant share of cargoes loaded belongs to the Port of Riga. Moreover, the amount doubled in 2016 to 59647.3 thousand tons in comparison with 2015. In 2017, the increase at the Port of Riga was 118044 thousand tons, which is 75 % more than in 2015. Growth dynamics in cargoes loaded took place at the Port of Ventspils as well – in 2017, shipping of cargoes loaded increased by 75 % in comparison with 2015. The Port of Liepaja carries out an insignificant share of cargoes loaded compared with the ports of Riga and Ventspils; however, a dynamic is apparent here as well – the ratio of cargoes loaded was 3.85 times larger in 2017 than in 2015. Companies of the shipbuilding and ship repair industry are significant for the economy of the region and the entire country – sizable amounts as taxes are regularly paid into the state budget. The increase in administrative tax payments by Liepaja Shipyard has increased in the researched period, where the amount was 397.78 thousand EUR in 2015 and 537 thousand EUR in 2017, which was an increase of 26 %. Riga Shipyard paid 809.65 thousand EUR in administrative tax in 2015, which is nearly twice as much as the Liepaja Shipyard; the amount of payments decreased in 2016, but the tax total in 2017 was 836.13 thousand EUR, which was 3.3 % more than in 2015.

8. In Latvia, the shipbuilding and ship repair industry can only develop successfully by improving the competitiveness of its companies. This can be achieved by moving the industry to continuous active innovation activities and the implementation of innovations. Each company of the industry has its own characteristics. The magnitude of risk largely depends on the risk appetite of senior management of the company in the investment process. The major types of risks by possible damage are as follows: financial risks, political risks, risks of change in legislation and transportation risks. According to the opinion of industry experts, at the *first and second stages* of the innovation process the magnitude of risk is 0.3. Taking into account the single-piece and small-scale nature of production, the companies of the shipbuilding industry mainly use universal equipment and facilities. Therefore, at the *third stage* of the innovation process, when new technologies and types of products are mastered, the risks are quite substantial. Their magnitude has been determined as 0.35. At this stage, the company's staff identifies the shortcomings of the innovation project not eliminated previously. There may be risks associated with a lack of qualified employees. To eliminate these risks, professional development of staff is carried out. At the *fourth stage* of the innovation process, tactical marketing functions are carried out, advertising campaigns are organised, external relations with customers are expanded. In the current environment, many companies use the services of intermediaries to operate in the markets. Most often, companies of the Latvian shipbuilding industry work directly with customers. Only in rare cases, companies use services of agents and brokers. They can be both physical and legal entities. The use of intermediaries brings about certain risks in the process of realisation of products as companies lose control over this process. In general, the risks of the fourth stage of innovation process, according to the opinion of industry experts, account for 0.2.

9. Within the framework of the research, it has been found out that most risks in the shipbuilding and ship repair industry in Latvia could be attributed to very small, small and medium risks. There are virtually no risks of a magnitude of 0.6 to 1.0. By the extent of possible losses, risks occupy the entire range of values starting from negligible to catastrophic damage. Each company of the industry should establish its own level of risk tolerance in accordance with its own characteristics of risk perception and risk appetite of the senior management of a company. The final decision on the adoption and optimisation of risks at the

companies of the industry should be the prerogative of the senior management of a particular company. Senior management of companies of the industry should devote particular attention to the operation of marketing departments, as their responsibilities include commercial and financial risks. Commercial risks are very small in magnitude, but can have a very large extent of possible damage. Financial risks are large enough in magnitude – to 0.6 and have a great extent of possible damage. It is necessary to devote constant attention to political risks, especially at the international scale, as well as to monitor changes in the tax legislation of Latvia. The latter risks are small in magnitude, but the extent of possible damage can be very considerable.

10. The digraphs under consideration, which describe the impact made on the competitiveness of the system of factors of the shipbuilding industry, have been tested for absolute stability and pulse stability. For this purpose, adjacency matrices of these digraphs have been analysed. The lack of stability of the graph means that in the considered system of factors, the negative processes can occur and even intensify, which, for example, can reduce the potential for innovation and the competitiveness of the industry. The system is both absolutely and pulse unstable, which affects its competitiveness negatively. The initial pulse in any vertex of the digraph further may cause bigger pulses in other vertices and lead to undesirable consequences – reduced competitiveness of the industry. The study of pulse processes in the system has shown that the greatest negative impact on the industry and its competitiveness is exerted by the activity of market competitors. This especially affects the reduced potential for innovation in the industry and the introduction of novelties. The most positive impact on the potential for innovation is made by attracting highly qualified specialists in the industry, creating a favourable climate for innovations in teams, as well as the availability of financial resources. To solve the problem of forecasts of system behavior described by the digraph, an in-depth analysis of the model has been performed by studying the pulse processes in the system. The pulse refers to a positive or negative unit input on a vertex of the digraph, for example, the allocation of funds for some innovations. A very significant contribution to improving the competitiveness of the industry is made by the introduction of a unit pulse to the vertex – creative climate in the team: potential for innovation, innovation and competitiveness increase. Industry revenue increases and, consequently, there is an increase in the financial resources.

11. To achieve a leading position in global markets, companies of the shipbuilding and ship repair industry in Latvia should move to a higher level of economic growth corresponding to the fifth technological wave, which is based on innovation. Innovations can be considered a complex stochastic process of creation and diffusion of innovations. The research proposes a non-linear interactive model of the innovation process in the Latvian shipbuilding and ship repair industry, taking into account the adverse impact of risks. This model adequately takes into account the impact of all major factors and their interaction in the innovation process. For the analysis of the model of innovation process as a complex system, a cognitive systems approach has been used. The model of the innovation process has mathematically been considered as a signed weighted digraph. The main groups of risks are distinguished as separate vertices of the digraph since they play an important role in the system of operative factors: risks and negative relations violate the balance of the system. The greatest negative impact on the innovation process can be posed by risks related to launching new products into production. In general, the weighted digraph analysed in the research is unbalanced.

Therefore, any innovation process is not sufficiently stable mainly due to the effect of risks. This reflects the need for continuous risk identification and management at all stages of innovation. An important role in the stability of the innovation process belongs to marketing,

timely search for new sales markets. To test for absolute and pulse stability of the model of innovation process, the analysis of the adjacency matrix of the corresponding signed weighted digraph has been performed. The results have demonstrated that the system of factors in the model of innovation process is absolutely and pulse unstable. Due to the risks in the system, the innovation process can be slowed down or even stopped. In general, the process of pulse propagation in the innovation model is quite uneven and unstable: values of pulses in the digraph vertices at subsequent time periods can be reduced. This reflects the need for continuous strict control of the innovation process, in particular of existing and potential risks.

Thus, the aim and tasks of the research have been fulfilled, and the research results obtained prove the hypotheses set up.

The main problems and their potential solutions

Problem 1: Lack of industry innovation and competitiveness factor assessment model

1 Solutions to the problem

- The use of principles, methods and stages of innovation assessment will make it possible to conduct a general assessment of the competitiveness in the industry in the national economy.

2 Solutions to the problem

- The use of a cognitive map suggested by the author will make it possible to assess the impact of innovations and competitiveness on the certain state industry.

Problem 2: For the development of the Building of ships and boats area Latvia the risks involved should be considered.

1 Solutions to the problem

- The use of the scheme of the four-cycle innovation process for companies of the shipbuilding industry suggested by the author.

2 Solutions to the problem

- Nonlinear interactive model of the innovation process in the Building of ships and boats area in Latvia, which will allow to develop the shipbuilding industry in Latvia, considering the risks involved.

Problem 3. Construction of new and/or major repairs of existing production buildings and structures.

Solutions to the problem

- The state should promote the necessary renewal of the basic production assets of the industry.

Successful solution of the above-mentioned problems will contribute to the competitiveness of the shipbuilding industry in Latvia as a whole.