

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte
Informācijas tehnoloģijas institūts

Inese Šūpulniece

Doktora studiju programmas „Informācijas tehnoloģija” doktorante

**BIZNESA PROCESU IZPILDES PERSONALIZĒŠANA
UZŅĒMUMU LIETOTNĒS**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
Dr. sc. ing., profesors
J. GRABIS

RTU Izdevniecība
Rīga 2014

Šūpulniece I. Biznesa procesu izpildes personalizēšana uzņēmumu lietotnēs.
Promocijas darba kopsavilkums.-R.: RTU Izdevniecība, 2014. - 47 lpp.

Iespiests saskaņā ar 2013. gada 19. decembra ITI padomes sēdes lēmumu, protokols Nr. 13-07.



Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu
projektā “Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai”.

ISBN 978-9934-10-599-9

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

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2014. gada 06. oktobrī plkst. 14:30 Rīgas Tehniskās universitātes Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultātē, Meža ielā 1, 3. korpusā, 202. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Dr. sc. ing., prof. Uldis Sukovskis
Rīgas Tehniskā universitāte, Latvija

Dr. sc. comp., prof. Māris Vītiņš
Latvijas Universitāte, Latvija

PhD., Gustaf Juell-Skielse
Stokholmas Universitāte, Zviedrija

APSTIPRINĀJUMS

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

Inese Šūpulniece(*paraksts*)

Datums:

Promocijas darbs uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, 5 nodaļas, secinājumus, literatūras sarakstu, 8 pielikumus, 18 tabulas, 47 attēlus, kopā 132 lappuses. Literatūras sarakstā ir 189 nosaukumi.

SATURS

VISPĀRĪGS DARBA RAKSTUROJUMS.....	5
Ievads	5
Tēmas aktualitāte.....	6
Promocijas darba mērķis un uzdevumi	7
Pētījuma objekts un priekšmets.....	7
Pētījuma metodika.....	8
Darba zinātniskais jaunievedums	10
Darba praktiskā nozīme.....	10
Darba aprobācija	10
Darba struktūra.....	12
1. ESOSĀS SITUĀCIJAS ANALĪZE	13
Biznesa procesi un to izpildes personalizēšana.....	13
Uzņēmuma lietotne un tās lietojamības problēmas.....	14
Secinājumi par esošo situāciju	15
2. LIETOTĀJAM ADAPTĪVAS LIETOTNES KONCEPTUĀLĀ MODEĻA IZSTRĀDE.....	16
Lietotāja nozīme adaptīvas lietotnes kontekstā.....	17
Lietotājam adaptīvu lietotņu modelēšanas pieeja.....	19
Lietotājam adaptīva uzņēmuma lietotne	21
3. BIZNESA PROCESU PERSONALIZĒŠANAS IZMANTOŠANAS POTENCIĀLA IZPĒTE.....	22
4. ADAPTĪVS NAVIGĀCIJAS PALĪGS.....	23
ANP adaptācijas algoritms	24
ANP implementācija un prototipa izstrāde	26
5. NOVĒRTĒŠANA	27
Tiešās novērošanas rezultāti.....	27
Kvantitatīvo datu analīze.....	27
Anketas datu analīze.....	29
REZULTĀTI UN SECINĀJUMI	30
LITERATŪRAS SARAKSTS	32

VISPĀRĪGS DARBA RAKSTUROJUMS

Ievads

Biznesa process ir strukturēta aktivitāšu kopa, kas ir sakārtota pēc izpildes laika un vietas, lai iegūtu noteiktu rezultātu konkrētam klientam vai tirgum [39]. Katru aktivitāti var izpildīt noteikta loma. Uzņēmumu lietotnes tiek izmantotas uzņēmuma ikdienas darbību veikšanai, kas tiek realizētas biznesa procesu veidā. Centrālā uzņēmuma lietotne ir uzņēmuma resursu plānošanas sistēma jeb ERP sistēma, kas integrē nozīmīgākos uzņēmuma datus un procesus. Neskatoties uz lielajām uzņēmuma lietotnes ieviešanas izmaksām, ne vienmēr uzņēmuma darbinieki aktīvi lieto šīs lietotnes [30]. Tās ir monolītas un sarežģītas un parasti nav lietotājam draudzīgas [76, 99, 132, 156, 172].

Promocijas darba ietvaros lietojamība ir lietotnes īpašība, kas raksturo, cik viegli lietotājs var apgūt tās izmantošanu, sagatavot tai ieejas datus un interpretēt tās izejas datus [6]. Lietojamību raksturo lietotnes efektivitāte un lietotāju subjektīvā attieksme. Lietojamības sinonīms ir „lietošanas ērtums”. Ērtā lietotnē lietotājs var uzdevumus izpildīt ātri un ar mazu kļūdu skaitu; to ir viegli apgūt; tā ir piemērota dažādiem lietotājiem; izmanto lietotājam piemītošās prasmes; palīdz lietotājam dalīties ar savām zināšanām un prasmēm [120].

Uzņēmuma lietotnes lietojamības problēmas samazina biznesa procesu izpildes efektivitāti, jo 1) jaunajiem darbiniekiem ir grūti apgūt šo lietotni; 2) gan jaunajiem, gan esošajiem darbiniekiem ir grūti veikt nestandarta procesus bez atbilstošas palīdzības; 3) palielinās iespēja pieļaut kļūdas. Promocijas darbā pētītā pamatproblēma ir biznesa procesu īstenošanas efektivitātes uzlabošana uzņēmuma lietotnēs, raugoties no lietojamības aspekta. Eksistē vairāki biznesa procesu īstenošanas efektivitātes uzlabošanas paņēmieni uzņēmuma lietotnēs [60], un adaptācija ir viens to tiem.

Adaptācija ir pielāgošanās, lai izpildītu specifiskus mērķus un prasības [54]. Tādas lietotnes, kas pielāgojas individuāliem lietotājiem, izmantojot netriviālus secinājumus no pieejamās informācijas par lietotāju, tiek sauktas par lietotājam adaptīvām lietotnēm [82]. Lietotājam adaptīvas lietotnes parasti tiek pētītas un realizētas šauru un specifisku problēmu risināšanai; lietotāji bieži nav apmierināti ar adaptācijas rezultātu. Daļēji to var skaidrot ar vispārīgas teorētiskās analīzes trūkumu par šādas adaptācijas būtību un veiksmīga/neveiksmīga adaptācijas rezultāta cēloņiem. Tāpēc viens no promocijas darba uzdevumiem ir izstrādāt lietotājam adaptīvas lietotnes konceptuālo modeli.

Lai aprakstītu lietotājam adaptīvu lietotni, standarta sistēmu modelēšanas metodēm ir vairāki trūkumi: tās neļauj pārskatāmi izdalīt adaptācijas cēloņus, mehānismus, sekas un

lietotājam adaptīvas lietotnes specifiskos faktoros. Tādēļ ir nepieciešams izveidot lietotājam adaptīvas lietotnes modelēšanas pieeju, kas izmanto izstrādāto lietotājam adaptīvas lietotnes konceptuālo modeli.

Ja lietotājam adaptīva lietotne adaptācijas laikā izmanto lietotāju identifikācijas informāciju, tad to sauc par personalizēšanu. Biznesa procesu izpildes personalizēšana ir biznesa procesa aktivitāšu izpildes piesaiste identificētiem lietotājiem, šīs informācijas iegūšana, apstrāde un izmantošana adaptācijas rezultāta uzlabošanai. Katrs process sastāv no vairākām aktivitātēm un bieži eksistē dažādas alternatīvas, kā izpildīt tos pašus vai ļoti līdzīgus procesus. Biznesa procesa aktivitāšu izpildes secības, kas tiek izmantotas visbiežāk, promocijas darbā tiek sauktas par biznesa procesa izpildes šabloniem. Biznesa procesa aktivitāšu izpildes secība, ko ir izpildījis konkrētais lietotājs, ir personalizētais biznesa procesa izpildes šablons. Uzņēmuma lietotņu kontekstā biznesa procesu izpildes personalizēšana ir maz pētīta, trūkst empīrisku pierādījumu par personalizēto biznesa procesa izpildes šablonu veidošanos un to efektivitātes potenciāla novērtējumu.

Tādas uzņēmumu lietotnes, kas spēj pielāgoties personalizētajiem biznesa procesa izpildes šabloniem, promocijas darbā tiks sauktas par lietotājam adaptīvām uzņēmumu lietotnēm (angliski: User Adaptive Enterprise Application; turpmāk tekstā UAEA). Šādas lietotnes koncepcija ir paredzēta tādu uzņēmuma lietotņu lietojamības uzlabošanai, kas realizē daļēji strukturizētus un nestrukturizētus procesus, kur darbojas zināmi biznesa likumi, taču darbību izpildes secība var mainīties.

Tēmas aktualitāte

Uzņēmuma lietotņu zemā lietojamība ir minēta industrijas atskaitēs [64, 70, 75, 132] un akadēmiskajos pētījumos [36, 172]. Literatūrā arī vairākkārt ir uzsvērtā nepieciešamība pēc uzņēmumu lietotņu lietotāja saskarņu lietojamības uzlabošanas, piemēram, [156], un personalizēšanas [118], kā arī pēc automātiska navigācijas palīga.

Šobrīd lielajos uzņēmumos izmantoto populārāko komerciālo uzņēmumu lietotņu lietotāju saskarnes ir novecojušas un neizmanto jaunākās grafiskās saskarnes veidošanas tehnoloģijas. Ir autori, kuri uzskata, ka uzņēmuma lietotnes lietojamības problēmas būtu risināmas ar pilnīgu lietotāja saskarnes pārveidošanu (piemēram, Lambeck [98] piedāvā izmantot modernākus lietotāja saskarnes veidošanas elementus, kā skārienjūtīgus ekrānus, kam vajadzētu paaugstināt plānošanas procesu efektivitāti). Šāds problēmas risinājums teorētiski būtu vispareizākais, taču lielās uzņēmuma lietotnes ir pārāk sarežģītas un tās izmanto vidēji un lieli, lielākoties starptautiski uzņēmumi, ar sarežģītu struktūru. Tāpēc pāreja uz pilnīgi

jaunu grafisko saskarni, izlaižot jaunu uzņēmuma lietotnes versiju un ieviešot to uzņēmumos, kuri jau tagad izmanto uzņēmuma lietotnes, prasītu vismaz 10 gadus. Arī uzņēmumu ieguldītais laiks un izmaksas šīs lietotnes ieviešanā un uzturēšanā ir pietiekami apjomīgi, lai investīcijas atpelnītos vairākos gados. Jauna projekta uzsākšana prasītu papildu līdzekļus un pagarinātu investīciju atpelņšanas laiku. Un visbeidzot, ieviešot uzņēmuma lietotni, uzņēmums piedzīvo nopietnas izmaiņas savos procesos, ko izjūt vairākums darbinieku. Pēc šāda izmēra lietotņu ieviešanas projektiem var novērot negatīvu darbinieku attieksmi pret turpmākajām papildus izmaiņām. Promocijas darbā piedāvātais risinājums ir paredzēts pārejas periodam uz modernām lietotāja grafiskajām saskarnēm, jo to var pievienot esošai uzņēmuma lietotnei (to nemainot). Un to var izmantot, veidojot jaunās uzņēmuma lietotņu grafiskās saskarnes.

Promocijas darba mērķis un uzdevumi

Vispārīgais promocijas darba mērķis ir uzlabot uzņēmuma lietotnes lietojamību, izmantojot procesu orientāciju, adaptāciju un personalizēšanu.

Mērķa sasniegšanai tiek definēti uzdevumi:

- 1) apskatīt uzņēmuma lietotnes lietojamības problēmas un iespējamos risinājumus;
- 2) izpētīt adaptācijas un adaptīvu lietotņu būtību informācijas tehnoloģijas jomā, īpaši pievēršot uzmanību lietotājam adaptīvām lietotnēm;
- 3) izstrādāt pieeju lietotājam adaptīvu lietotņu modelēšanai;
- 4) definēt un aprakstīt lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes būtību, izmantojot izstrādāto modelēšanas pieeju;
- 5) novērtēt procesu personalizēšanas izmantošanas potenciālu;
- 6) izstrādāt adaptācijas algoritmu vienai lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes komponentei - adaptīvam navigācijas palīgam (ANP), kas nodrošina biznesa procesu personalizēšanu un biznesa likumu ievērošanu;
- 7) novērtēt adaptīvā navigācijas palīga piemērotību uzņēmuma lietotnes lietojamības problēmu risināšanai.

Pētījuma objekts un priekšmets

Pētījuma objekts ir sarežģītas uzņēmuma lietotnes, piemēram, ERP sistēmas lietojamība.

Pētījuma priekšmets ir lietotājam adaptīva lietotne, izmantojot personalizētos biznesa procesus.

Promocijas darbā tiek izvirzīta galvenā hipotēze H – biznesa procesu personalizēšana palīdz uzlabot uzņēmuma lietotnes lietojamību.

Promocijas darbā aizstāvamās tēzes (1. att.):

H1 – Uzņēmuma lietotnes lietotāji izmanto personalizētos biznesa procesa izpildes šablonus.

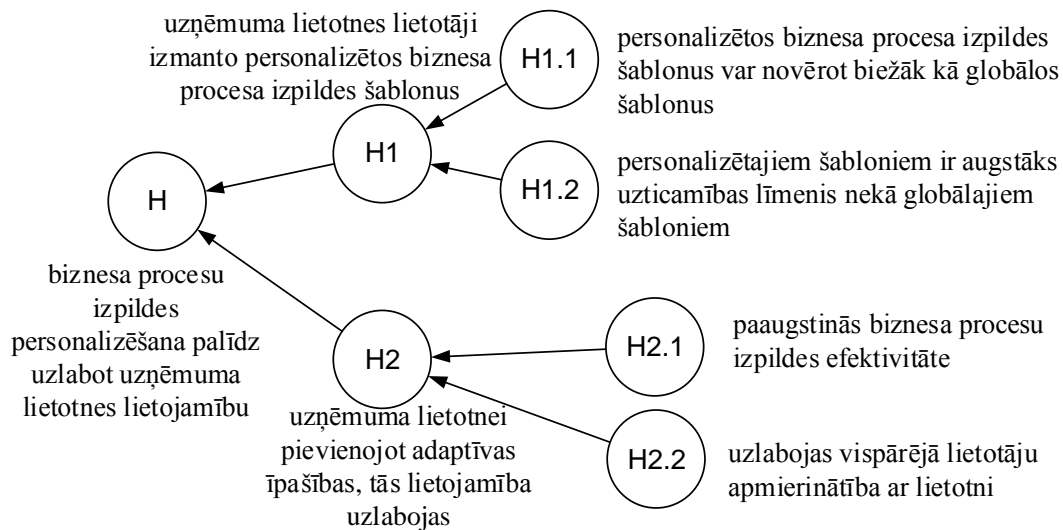
H1.1 – Personalizētos biznesa procesa izpildes šablonus uzņēmuma lietotnē var novērot biežāk kā globālos šablonus.

H1.2 – Personalizētajiem biznesa procesa izpildes šabloniem ir augstāks uzticamības līmenis nekā globālajiem šabloniem.

H2 – Uzņēmuma lietotnei pievienojot adaptīvas īpašības, tās lietojamība uzlabojas.

H2.1 – Paaugstinās biznesa procesa izpildes efektivitāte.

H2.2 – Uzlabojas vispārējā lietotāju apmierinātība ar lietotni.

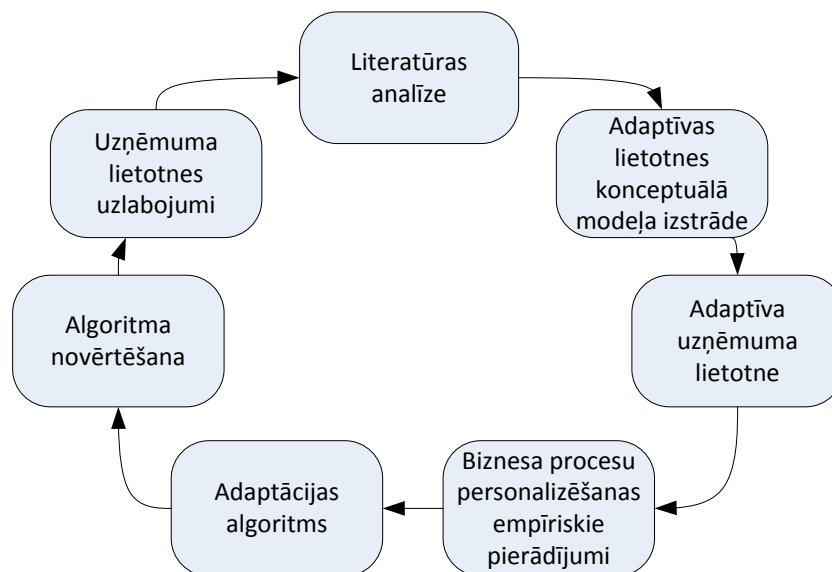


1. att. Promocijas darbā aizstāvamās tēzes

Pētījuma metodika

Promocijas darba vispārīgā metodika sastāv no 7 posmiem (2. att.): literatūras analīze, adaptīvas lietotnes konceptuālā modeļa izstrāde, adaptīvas uzņēmuma lietotnes aprakstīšana, biznesa procesu personalizēšanas empīriskie pierādījumi, adaptācijas algoritma izstrāde, adaptācijas algoritma novērtēšana un secinājumi/ieteikumi par uzņēmuma lietotnes uzlabojumiem.

Problēmas definēšanai tiek izmantota kvalitatīvā pētnieciskā metode – literatūras analīze. Literatūras analīze izmanto aprakstošo/interpretējoši pētījumu pieeju.



2. att. Vispārīgā promocijas darba metodika

Konceptuālo artefaktu identificēšanai un izpratnei tiek izmantots ieejas – izejas datu plūsmas modelis.

Lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes aprakstīšanai tiek izmantots promocijas darbā izstrādātais lietotājam adaptīvas lietotnes meta modelis.

Lai pārliecinātos, ka lietotnē veidojas personalizētie biznesa procesa izpildes šabloni, tiek veikts eksperiments. Eksperimenta sākumā tiek definētas 2 aizstāvamās tēzes, kuru pierādīšanai tiek izmantota piecu soļu metodoloģija: (1) datu sagatavošana; (2) vispārīgo šablonu izgūšana; (3) personalizēto šablonu izgūšana; (4) rezultātu filtrēšana; (5) vispārīgo un personalizēto šablonu novērtēšana. Galvenie metodoloģijas soļi ir šablonu izgūšana (izmantojot temporālās datu ieguves un procesu ieguves metodes) un iegūto šablonu novērtēšana. Šablonu efektivitātes skaitliskais vērtējums tiek iegūts izmantojot šķērstabulāciju. Ne parametriskais Manna-Vitnija tests tiek izmantots, lai pārbaudītu abas pārbaudāmās eksperimenta tēzes.

Adaptācijas algoritma izstrādes laikā tiek izmantots šāds ietvars: 1) literatūras analīze; 2) ANP komponentes konceptuālā modeļa un arhitektūras izstrāde; 3) algoritma aprakstīšana ar ieejas/izejas datu modeli un blokshēmu; 4) algoritma sākotnējā testēšana izmantojot kognitīvo pārskatu; 5) prototipa izstrāde, izmantojot programmatūras inženierijas metodes.

Lai novērtētu, vai ANP komponente uzlabo uzņēmuma lietotnes lietojamību, tiek veikts eksperiments. Nepieciešamie dati tiek savākti, izmantojot etnogrāfijas metodi – tiešo novērošanu, lietotāja darbību ierakstīšanu lietotnes notikumu žurnālā un anketēšanu. Rezultātu analīzes posmā tiek izmantotas kvantitatīvas pozitīvista pētījuma metodes [160].

Kvantitatīvie dati tiek analizēti izmantojot dispersijas analīzi metodi [95]. Tiešās novērošanas rezultāti tiek analizēti, izmantojot interpretējošo pieeju.

Darba zinātniskais jaunievedums

Promocijas darba galvenais rezultāts ir lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes koncepcijas izstrāde un adaptīva navigācijas palīga algoritma izstrāde.

Darba zinātniskais ieguldījums ir:

- 1) identificēti lietotājam adaptīvas lietotnes specifiskie objekti, kā labuma guvējs un viņa mērķi, gala lietotājs un viņa vēlmēs. Šo objektu izpratne un analīze ir būtiska, lai uzlabotu adaptācijas efektivitāti.
- 2) izveidots lietotājam adaptīvu lietotņu modelēšanas meta-modelis, kas ļauj modelēt ar adaptāciju saistītos objektus un procesus un izdalīt adaptīvo lietotnes daļu.
- 3) definēta lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes būtība. Lietotājam adaptīva uzņēmuma lietotne ir aprakstīta ar modeļu palīdzību, kas raksturo katras komponentes būtību un izmantošanas iespējas.
- 4) izstrādāts adaptācijas algoritms adaptīvam navigācijas palīgam.
- 5) eksperimentāli ir apstiprināta personalizēto biznesa procesa izpildes šablonu eksistence pašreizējās lietotnēs. Gan arī to veidošanās jaunā uzņēmuma lietotnē.

Darba praktiskā nozīme

Darba izstrādes laikā tika iegūti šādi praktiskie rezultāti:

- 1) ir realizēts adaptīva navigācijas palīga darbības prototips.
- 2) ir veikts praktisks salīdzinājums starp uzņēmuma lietotni bez adaptīva navigācijas palīga un uzņēmuma lietotni ar adaptīvu navigācijas palīgu. Izmantojot adaptīvu navigācijas palīgu, biznesa procesa izpildes laiks un procesa izpildes kļūdu skaits samazinās. Kā arī uzlabojas subjektīvā lietotāju apmierinātība.
- 3) adaptācijas risinājumu ir iespējams integrēt ar esošajām lietotnēm.

Darba aprobācija

Promocijas darbā veikto pētījumu rezultāti ir atspoguļoti deviņās publikācijās:

1. Lambeck, C., Supulniece, I., Fohrholz, C., Leyh, C., Muller, R., Commonalities and Contrasts: an Investigation of ERP Usability in a Comparative User Study // Proceedings of the 22nd European Conference on Information Systems (ECIS 2014), Izraēla, Telaviva, 9.-11. jūnijs, 2014. - 1.-15. lpp.

2. Šūpulniece, I., Grabis, J., Boguševica, A., Petrakova, A., Monitoring perceived usability of ERP systems in Latvian medium, small and micro enterprises, "Computer Science", volume "Information Technology and Management Science", 2013. –Rīga, RTU, 2013. – 73.-78. lpp. (EBSCO)
3. Šūpulniece, I., Adaptation Algorithm for Navigation Support in User Adaptive Enterprise Application // Proc. of the 4th International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications (ADAPTIVE 2012), 2012. -Nica, IARIA Press, 2012. - 19.-23. lpp.
4. Šūpulniece, I., Conceptual Aspects of User-Oriented Adaptive Systems // Proc. of IADIS Information Systems Conference (IS 2012), 2012. – Berlīne, IADIS Press, 2012. - 116.-124. lpp.
5. Šūpulniece, I., Grabis, J., Modeling of User Adaptive Enterprise Applications // Proc. of 14th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2012), 2012. – Portugāle, SciTePress, 2012. - 108.-111. lpp. (Scopus)
6. Grabis, J., Šūpulniece, I., Simulation Based Evaluation of Adaptive Applications models // Information Systems Development: Reflections, Challenges and New, 2011. - Springer-Verlag New York, 2013. - 345.-355. lpp. (SpringerLink)
7. Šūpulniece, I., Grabis, J., User Oriented Process Adaptation in Enterprise Applications // Proc. of 1st International Workshop on User Oriented Information Integration (UOII 2011), 2011. – Rīga, RTU, 2011. - 355.-363. lpp.
8. Šūpulniece, I., Grabis, J., Discovery of personalized information systems usage patterns // Proc. of Information Technologies' 2010, 2010. – Kauņa, KTU, 2010. - 25. - 32. lpp. (Web of Science)
9. Šūpulniece, I., Grabis, J., User Modelling Driven Adaptive Enterprise Applications, Proc. of ICESAL 2008, 2008. - 131. - 142. lpp.

Papildus promocijas darba rezultātiem darba autore ir publicējusi vēl šādas zinātniskās publikācijas:

10. Businska, L., Šūpulniece, I., Kirikova, M., On data, information, and knowledge representation in business process models // Information Systems Development: Reflections, Challenges and New, 2011. – Springer-Verlag New York, 2013. - 613.-627. lpp. (SpringerLink)

11. Bušinska, L., Šūpulniece I. Towards Systematic Reflection of Data, Information, and Knowledge // RTU zinātniskie raksti. 5. sēr., Datorzinātne. 46. sēj. - 2011. - Rīga, RTU, 2011. - 12. - 18. lpp. (EBSCO)
12. Šūpulniece, I., Bušinska, L., Kirikova, M., Towards Extending BPMN with the Knowledge Dimension // Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling, Proc. of 11th International Workshop, BPMDS 2010, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, 69. - 81. lpp. (Web of Science, Scopus, SpringerLink)

Pētījumos iegūtie rezultāti tika prezentēti astoņās konferencēs:

1. RTU 54. starptautiskā zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 14.-16. oktobris, 2013.
2. 4th International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications (ADAPTIVE 2012), Francija, Nica, 22. - 27. jūlijs, 2012.
3. The International Conference: Information Systems (IADIS) 2012, Vācija, Berlīne, 10. - 12. marts, 2012.
4. 14th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2012), Polija, Vroclava, 28. jūnijs - 1. jūlijs, 2012.
5. The International Conference Perspectives in Business Informatics Research, Latvija, Rīga, 6. oktobris, 2011.
6. 11th International Workshop BPMDS, Tunisija, Hammameta, 7. - 8. jūnijs, 2010.
7. The International Conference: Information Technologies' 2010, Lietuva, Kauņa, 22. - 23. aprīlis, 2010.
8. 5th International Conference on Enterprise Systems, Accounting and Logistics, Grieķija, Krēta, 7. - 8. jūlijs, 2008.

Darba struktūra

Ievadā ir pamatota veikto pētījumu aktualitāte, formulēts darba mērķis un uzdevumi, uzskaitītas promocijas darba izstrādē lietotās zinātniskās metodes.

1. nodaļā ir sniegts literatūras un teorētisko pētījumu pārskats par uzņēmuma lietotnēm, to lietojamību un iespējamiem risinājumiem, adaptāciju un adaptīvām sistēmām, lietotājam adaptīvām lietotnēm. Kā arī ir uzskaitītas lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes un adaptīvas darbplūsmas sistēmas atšķirības.

2. nodaļā ir raksturota lietotāja loma adaptīvu lietotņu kontekstā. Un tiek piedāvāta lietotājam adaptīvas lietotnes modelēšanas pieeja, kas apraksta projektējumu, skaidri izdalot un raksturojot adaptīvas lietotnes galvenos objektus. Minētā modelēšanas pieeja tiek izmantota lietotājam adaptīvas uzņēmumu lietotnes definēšanai un aprakstīšanai.

3. nodaļā ir novērtēts biznesa procesu izpildes personalizēšanas izmantošanas potenciāls.

4. nodaļā ir detalizēti aprakstīta lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes viena komponente – adaptīvs navigācijas palīgs.

5. nodaļā ir apkopoti lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes praktiskās novērtēšanas rezultāti.

Darba beigās ir apkopoti secinājumi un noteikti turpmākie pētījumu virzieni.

Promocijas darbam ir 8 pielikumi:

1. pielikums – Izmantotās pētījumu metodes
2. pielikums – Pilnais ANP adaptācijas algoritms
3. pielikums – Eksperimenta darba uzdevumi
4. pielikums – Novērtēšanas anketa
5. pielikums – Prototipā izmantotās formas
6. pielikums – ANP prototipa pirmkods
7. pielikums – Prototipā izmantotie sākumdati
8. pielikums – Vārdnīca.

1. ESOŠĀS SITUĀCIJAS ANALĪZE

Katrs darbinieks uzņēmumā veic kādu biznesa procesu vai tā daļu. Katrs process sastāv no vairākām aktivitātēm un dažas no šīm aktivitātēm darbinieks realizē uzņēmuma lietotnē. Parasti uzņēmuma biznesa procesu aprakstos un instrukcijās ir stingri noteikts tikai augstākā līmeņa biznesa process. Zemāko biznesa procesa detalizācijas līmeņa aktivitāšu secību atstājot paša lietotāja pārziņā. Lietotāja darbības ar uzņēmuma lietotni ir biznesa procesa zemākā detalizācijas līmeņa aktivitātes, piemēram, ievadīt partnera adresi, norādīt partnera kontaktpersonu. Ja biznesa procesu aplūko tā zemākajā biznesa procesa detalizācijas līmenī, tad eksistē dažādas alternatīvas aktivitāšu secības, kā pareizi izpildīt biznesa procesu un ar laiku lietotājiem izveidojas savi biznesa procesa izpildes ieradumi, ko var izmantot biznesa procesa izpildes personalizēšanai.

Biznesa procesi un to izpildes personalizēšana

Biznesa process ir aktivitāšu, lomu un ierobežojumu kopa:

$$B = \{O, D, L, \sigma\}, \quad (1.1)$$

kur B - biznesa process, $O = \{a_1, a_2, \dots, a_{an}\}$ ir aktivitāšu kopa, $D = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ ir ierobežojumu kopa, $L = \{l_1, l_2, \dots, l_b\}$ ir lomu kopa un σ - aktivitāšu un to izpildošo lomu sasaiste. Ierobežojumi veido procesa plūsmu, atļautās un neatļautās darbības.

Biznesa procesu personalizēšana ir lomu aizstāšana ar konkrētiem individuāliem lietotājiem un to piesaiste aktivitātēm jeb

$$B^* = \{O, D, L^i, \varphi\}, \quad (1.2)$$

kur B^* - personalizēts biznesa process, $L^i = \{u_1, u_2, \dots, u_{uk}\}$ ir individuālo lietotāju kopa un φ - aktivitāšu un to izpildošo lietotāju sasaiste.

Biznesa procesa aktivitāšu izpildes secības, kas tiek izmantotas visbiežāk, promocijas darbā tiek sauktas par biznesa procesa izpildes šabloniem. Kopa, ko veido konkrētā lietotāja izpildītās biznesa procesa aktivitātes, ir personalizētais biznesa procesa izpildes šablons

$$P_{pk}(u_{ui}) = \{a_1, a_2, \dots, a_{ax}\}, \quad (1.3)$$

kur $P_{pk}(u_{ui})$ - personalizētais ui -tā lietotāja pk -tais biznesa procesa izpildes šablons. Savukārt, jebkura lietotāja izpildīto biznesa procesa aktivitāšu kopa ir globālais biznesa procesa izpildes šablons.

Biznesa procesu personalizēšanas izmantošanas efektivitāte ir atkarīga no biznesa procesa veida un no izmantotās lietotnes veida.

Uzņēmuma lietotne un tās lietojamības problēmas

Uzņēmuma lietotne tiek izmantota uzņēmuma ikdienas darbību veikšanai, kas tiek realizētas biznesa procesu veidā. Parasti šādi apzīmē lietojumprogrammatūru, kas ir integrēta ar pārējām organizācijas lietotnēm, tiek izvietota dažādos tīklos (intranetā, internetā un uzņēmuma lokālajā tīklā) un izpilda stingras drošības un uzraudzības prasības.

Uzņēmuma lietotnei ir šādas īpasības:

- 1) tā integrē lielāko daļu no organizācijas biznesa procesiem [96];
- 2) datiem var piekļūt reālā laikā;
- 3) tiek izmantota centralizēta datu bāze;
- 4) tā integrē darījumu apstrādi un plānošanas aktivitātes, kā arī apstrādā lielāko daļu no uzņēmuma darījumiem;
- 5) visi lietotnes moduļi izskatās vizuāli līdzīgi.

Ja aplūkojam pašas uzņēmumu lietotnes, tad literatūrā tiek uzsvērti vairāki to trūkumi:

- 1) tās var būt ļoti dārgas [141];

- 2) lai strādātu efektīvi, integrācija prasa precizitāti [47];
- 3) lietotnes maiņa ir ļoti dārga [139];
- 4) pielāgošana ir ierobežota [86] un dārga, tāpēc vairums uzņēmumu pielāgo savus procesus uzņēmuma lietotnes prasībām [40];
- 5) ne vienmēr uzņēmuma darbinieki aktīvi lieto šīs lietotnes [30].

Uzņēmuma lietotnes sarežģītības, neprecīzu datu un darbinieku nevēlēšanās aktīvi izmantot šīs lietotnes iemesls daļēji ir rodams lietojamības problēmās. Lietotāju apmierinātība ir viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka lietotnes veiksmīgu pieņemšanu [7, 135, 164].

Kaut arī lietojamības termins tiek plaši izmantots, vēl arvien trūkst vienotas lietojamības definīcijas un mērīšanas kritēriju [62, 153].

Lietojamība uzņēmuma lietotnes kontekstā ir salīdzinoši maz pētīta.

- 1) Topi [172] apraksta un sagrupē lietojamības problēmas vienā uzņēmumā pirmajos gados pēc ERP sistēmas ieviešanas.
- 2) Eiropā Lambeck [98] ir veicis uzņēmumu lietotņu lietotāju aptauju ar mērķi noskaidrot pašreizējo situāciju industrijā un iespējamās lietojamības problēmas. Pētījuma rezultāti apkopo lietotāju prasības saskarnei.
- 3) ERP sistēmu lietojamības problēma ir apzināta un tiek pētīta ne tikai akadēmiskajā vidē, bet arī industrijā. Piemēram, *IFS North America* sadarbībā ar *Affinity Research Solutions* 2011. gadā ir veikuši vidējo un lielo ražotāju aptauju, lai saprastu pašreizējo tirgū pieejamo uzņēmumu lietotņu lietojamību [76].

Secinājumi par esošo situāciju

Uzņēmuma lietotnes ir sarežģītas. Sarežģītu lietotņu gadījumā tradicionālās lietojamības novērtēšanas (kā kartīšu šķirošana, koka struktūras testēšana, utt.) un uzlabošanas metodes nav efektīvas. Efektīvāka ir dažādu automatizēto novērtēšanas metožu pielietošana un adaptācija.

Kaut arī eksistē vairākas adaptācijas definīcijas, adaptācija galvenokārt tiek saistīta ar tieksmi kaut ko mainīt, lai izpildītu specifiskus mērķus un prasības [54]. Pētījumos bieži tiek jaukti adaptācijas, piemērošanas un pielāgošanas mehānismi. Promocijas darbā dziļāk ir apskatīts un izmantots tikai adaptācijas mehānisms, pielāgošanas un piemērošanas mehānismi netiek analizēti.

Uzņēmuma lietotnes adaptācija visplašāk ir pētīta adaptīvu darbplūsmas vadības sistēmu novirzienā. Adaptīvas darbplūsmas vadības sistēmas pielāgojas dažādos līmeņos – darbības sfēras, procesa, resursu un infrastruktūras. Uz datiem orientētā uzņēmuma lietotnē

darbplūsmas modelis parasti ir iebūvēts lietotnē; lietotnes ieviesēji maina lietotnes konfigurāciju, lai pielāgotu procesa modeli [32]. Adaptīva darbplūsmas vadības sistēma var eksistēt atsevišķi vai kā daļa no uzņēmuma lietotnes.

Adaptīvas darbplūsmas vadības sistēmas pielāgošanās process ir līdzīgs promocijas darbā izstrādātajai lietotājam adaptīvai uzņēmuma lietotnei. Atšķirība ir objektā, kam lietotne pielāgojas. Adaptīvā darbplūsmā mainīgais objekts ir pats process un lietotne pielāgojas izmaiņām procesā. Tikmēr lietotājam adaptīvā uzņēmuma lietotnē mainīgais objekts ir process un lietotājs, un lietotne pielāgojas individuālam lietotnes lietotājam un konkrētajam procesam. Adaptīvas darbplūsmas sistēmā personalizētie šabloni netiek veidoti, uzkrāti un atjaunoti.

Lietotājam adaptīvas lietotnes prototipa izstrādei ir nepieciešams projektējums. Tradicionālās sistēmu modelēšanas metodes nav piemērotas šādu lietotņu projektēšanai [187], jo tās neļauj pārskatāmi izdalīt adaptācijas cēloņus, mehānismus, sekas un lietotājam adaptīvas lietotnes specifiskos faktoros. Adaptīvu lietotņu modelēšana tiek pētīta vairākās apakšjomās, no vairākiem skatupunktiem un ar dažādiem mērķiem. Lielākā daļa šo pētījumu koncentrējas uz konkrētām metodēm, nevis mēģina saprast kopīgās lietotājam adaptīvu lietotņu īpašības. Kopīgs augsta abstrakcijas līmeņa attēlojums ir noderīgs, jo adaptīvie mehānismi ātri mainās. Tādēļ ir nepieciešams izveidot lietotājam adaptīvas lietotnes modelēšanas pieeju, kas izmanto lietotājam adaptīvas lietotnes konceptuālo modeli. Andersson [10] piedāvātās adaptīvu lietotņu modelēšanas dimensijas ir piemērotas adaptīvas lietotnes uzvedības un darbības principu aprakstam, taču šajā modelī trūkst sasaistes starp biznesa un adaptācijas mērķiem. Biznesa mērķu modelēšana ir svarīga uzņēmuma modelēšanas sastāvdaļa, kura ir jāņem vērā izstrādājot vai ieviešot uzņēmuma lietotni.

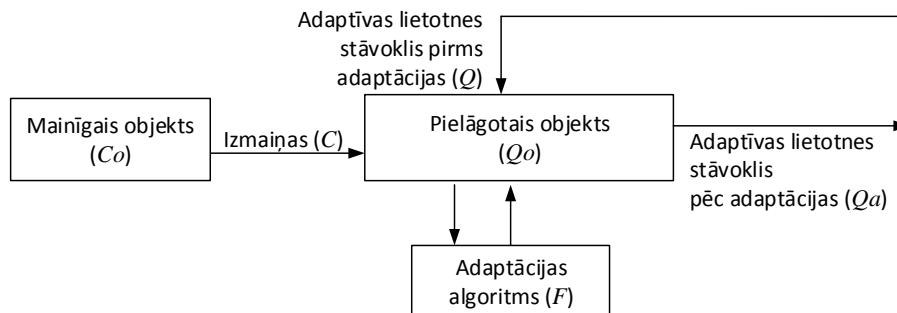
2. LIETOTĀJAM ADAPTĪVAS LIETOTNES KONCEPTUĀLĀ MODEĻA IZSTRĀDE

Adaptācijas procesā eksistē objekts, kas mainās [54] un objekts, kas pielāgojas jeb adaptējas. 3. att. ir attēlots vienkāršots ieejas-izejas modelis ar adaptīvu lietotņu svarīgākajiem objektiem.

Adaptīvas lietotnes stāvoklis pēc adaptācijas (Q_a) ir atkarīgs no adaptīvās lietotnes stāvokļa pirms adaptācijas (Q), izmaiņām (C) un adaptācijas algoritma (F) jeb

$$Q_a = F(C, Q) \quad (2.1)$$

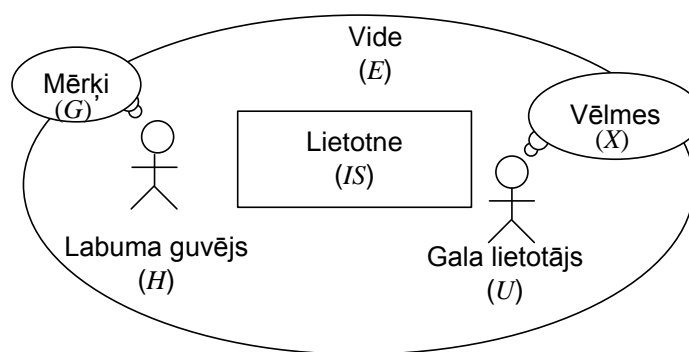
No tā var secināt, ka adaptīvas lietotnes svarīgākie jēdzieni ir: mainīgais objekts (Co); pielāgotais objekts Qo un adaptācijas algoritms (F).



3. att. Vienkāršots adaptīvas lietotnes ieejas/izejas modelis ar svarīgākajiem objektiem

Lietotāja nozīme adaptīvas lietotnes kontekstā

Adaptācija ir mērķtiecīgs process, tātad eksistē kāds, kad nosaka mērķus, ko realizē adaptācijas process [140] jeb labuma guvējs (H) (4. att.). Otra svarīga adaptīvas lietotnes loma ir gala lietotājs (U), kurš, izmantojot adaptīvu lietotni, sagaida sev atbilstošu adaptācijas rezultātu. Labuma guvējs un gala lietotājs adaptācijas rezultātu saskata dažādos abstrakcijas līmeņos (kā mērķus un vēlmes). Gan labuma guvējs, gan gala lietotājs ir loma, un ir iespējams, ka viena persona pieņem abas lomas.



4.att. Labuma guvējs un gala lietotājs adaptīvas lietotnes kontekstā

Labuma guvējs gūst labumu no adaptīvas lietotnes. Var pieņemt, ka labuma guvējs vienmēr nosaka mērķu kopu ($G_{H_{ih}}$) objektam, kas pielāgojas. Visu labuma guvēju mērķu kopu apvienojums veido adaptīvas lietotnes mērķu kopu jeb

$$G = G_{H_1} \cup G_{H_2} \cup \dots \cup G_{H_h}, \quad (2.2)$$

kur $G_{H_{ih}} = \{G_{H_{i1}}, G_{H_{i2}}, \dots, G_{H_{i v_g}}\}$ ir ih -tā labuma guvēja mērķu kopa un G ir visu adaptīvās lietotnes mērķu kopa. Mērķi ir vispārīgi un nemainās laika gaitā.

Gala lietotājs U , savukārt nosaka vēlmju kopu (X_{u_w}) adaptācijas rezultātam. Visu gala lietotāju vēlmju kopu apvienojums veido adaptīvas lietotnes vēlmju kopu jeb

$$X = X_{u_1} \cup X_{u_2} \cup \dots \cup X_{u_{uk}}, \quad (2.3)$$

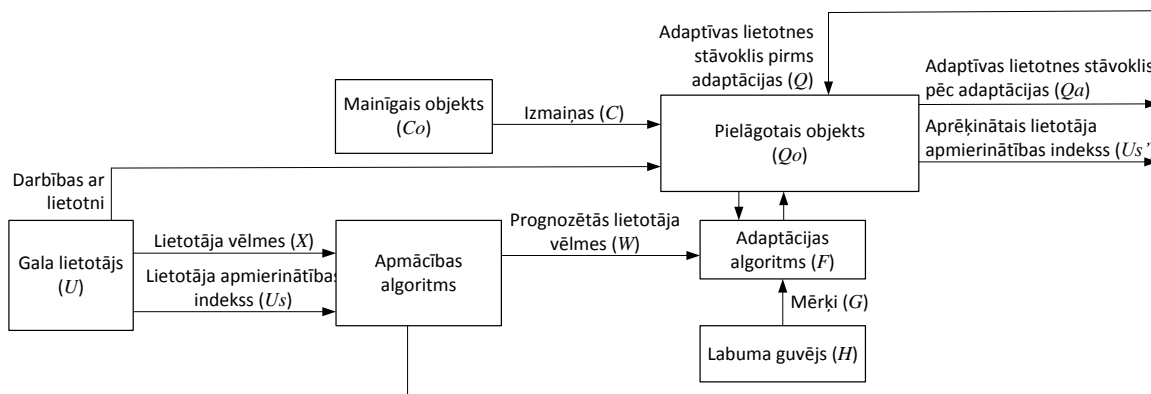
kur $X_{u_w} = \{X_{y_1}, X_{y_2}, \dots, X_{y_{vx}}\}$ ir w -tā gala lietotāja vēlmju kopu lietotnes stāvokļa parametriem pēc adaptācijas.

Vēlmes (X_{u_w}) atšķiras katram individuālam gala lietotājam (U). Šīs vēlmes arī ir atšķirīgas dažādos laika momentos (piemēram, atkarībā no lietotāja garastāvokļa vai konkrētas situācijas) pat, ja gala lietotājs ir viens un tas pats.

Pielāgotā objekta stāvoklis pēc adaptācijas jeb adaptācijas rezultāts (5. att.) ir

$$Q_a = F(C, Q, G, W), \quad (2.4)$$

kur W ir prognozēto vēlmju kopu (termins ir paskaidrots tālāk tekstā).



5. att. Papildināts adaptīvas lietotnes ieejas/izejas modelis

Adaptāciju raksturojoši objekti tālāk darbā ir izmantoti uz lietotāju orientētas adaptīvas lietotnes modelēšanai un izstrādei. Kā arī, lai parādītu atšķirības starp promocijas darbā aprakstīto adaptīvo lietotni un citiem līdzīgiem pētījumiem.

Vēlamajā gadījumā adaptīvas lietotnes gaidāmajam rezultātam jeb lietotnes stāvoklim pēc adaptācijas būtu jābūt vienādam ar gala lietotāja vēlmēm

$$Q_a = X_{u_w}, \quad (2.5)$$

kur $Q_a = \{Q_{a_1}, Q_{a_2}, \dots, Q_{a_{vx}}\}$ ir reālā lietotnes stāvokļa parametru kopa pēc adaptācijas.

Taču praktiski tas ir grūti sasniedzams. Lietotāja apmierinātības indekss (Us) parāda proporciju starp apmierinātajām un visām lietotāja vēlmēm:

$$Us = \frac{\sum_{vix=1}^{vx} IX_{vix}}{vx}, \quad (2.6)$$

$$\text{kur } IX_{vix} = \begin{cases} 1, & \text{ja } X_{y_{vix}} = Q_{a_{vix}} \\ 0, & \text{ja } X_{y_{vix}} \neq Q_{a_{vix}} \end{cases}.$$

Ja $Us = 1$, tad lietotāja vēlmes sakrīt ar lietotnes stāvokli pēc adaptācijas un lietotājs pilnībā ir apmierināts ar rezultātu. Šī ir ideāla adaptācija. Ja $Us < 1$, tad visas lietotāja vēlmes nav izpildītas un lietotājs nav pilnībā apmierināts.

Tātad adaptācijas galvenais uzdevums būtu minimizēt starpību starp adaptācijas rezultātu un lietotāja vēlmēm (jeb maksimizēt to šķēlumu)

$$|QX| \rightarrow \max, \quad (2.7)$$

$$\text{kur } QX = Q_a \cap X_{u_w}.$$

Visu individuālo vēlmju noteikšana, glabāšana un apstrāde nav lietderīga. Taču lietotne var zināt vai prognozēt dažas no tām, kuras turpmāk apzīmēsim ar prognozētajām lietotāja vēlmēm (W), piemēram, lietotāja izvēles, kas ir pieejamas lietotnē.

Ja X_{u_w} aizvieto ar W_{u_w} , tad galvenais adaptīvas lietotnes mērķis ir minimizēt starpību starp lietotnes stāvokli pēc adaptācijas un prognozētajām lietotāja vēlmēm jeb

$$|QW| \rightarrow \max, \quad (2.8)$$

$$\text{kur } QW = Q_a \cap W_{u_w}.$$

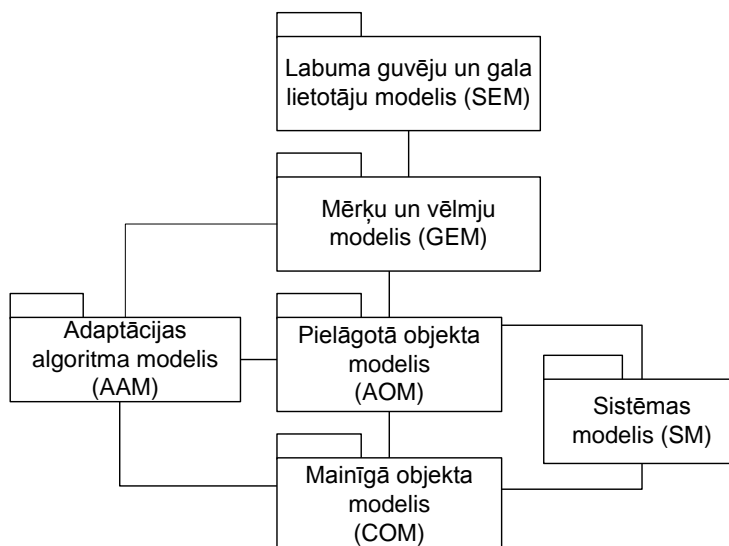
Lietotājam adaptīvu lietotņu modelēšanas pieeja

Promocijas darbā ir izstrādāts vispārīgs meta-modelis UA EA modelēšanai. Šis modelis var tikt paplašināts, lai aprakstītu konkrētas adaptācijas metodes.

Lietotājam adaptīvas lietotnes modelēšanas meta-modelī tiek izmantoti objekti, kas tika identificēti iepriekšējā nodaļā. Tiem atbilstoši veidojas otrā līmeņa modeļi jeb apakšmodeļi (6. att.):

- 1) labuma guvēju un gala lietotāju modelis (SEM – angliiski: Stakeholder and End-user Model) attēlo aktieru (cilvēka lomu) struktūru, kas ir saistīti ar adaptīvo lietotni;
- 2) mērķu un vēlmju modelis (GEM – angliiski: Goals and Expectations Model) ilustrē adaptācijas mērķu un individuālo lietotāju vēlmju struktūru;
- 3) mainīgā objekta modelis (COM – angliiski: Changing Object's Model) ir lietotnes vai vides daļas struktūra, kas mainās (ir cēlonis adaptācijai);
- 4) pielāgotā objekta modelis (AOM - angliiski: Adapted Object's Model) ir lietotnes adaptīvās daļas struktūra, kas reaģē uz izmaiņām;

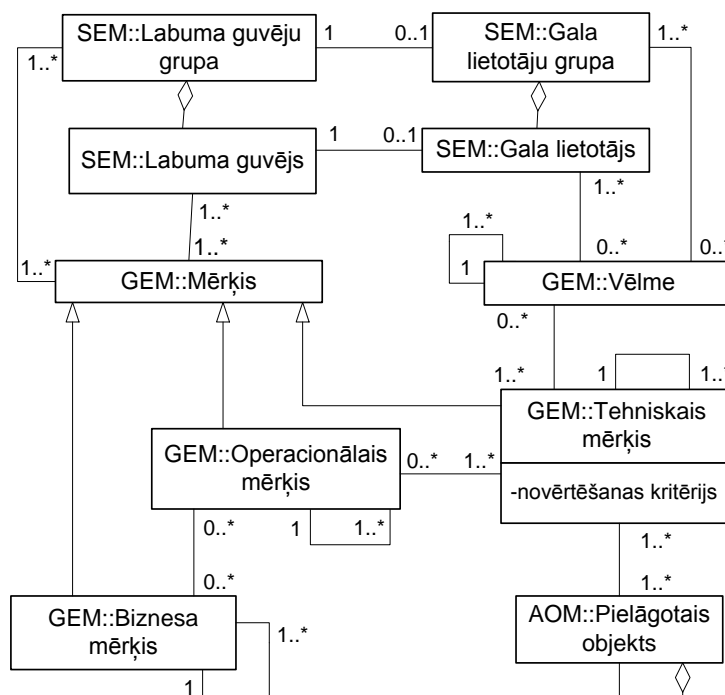
- 5) adaptācijas algoritma modelis (AAM – angliiski: Adaptation Algorithm Model) apraksta konkrētā adaptācijas algoritma likumus un uzvedību;
- 6) sistēmas modelis (SM – angliiski: System’s Model) attēlo lietotnes struktūru (piemēram, arhitektūru).



6. att. Lietotāja adaptīvas uzņēmuma lietotnes modelis – augsta līmeņa abstrakcija

SEM, GEM, COM, AOM un SM ir strukturālās diagrammas, kas attēlo adaptīvās lietotnes galvenos elementus un saites starp tiem. AAM ir uzvedības diagramma.

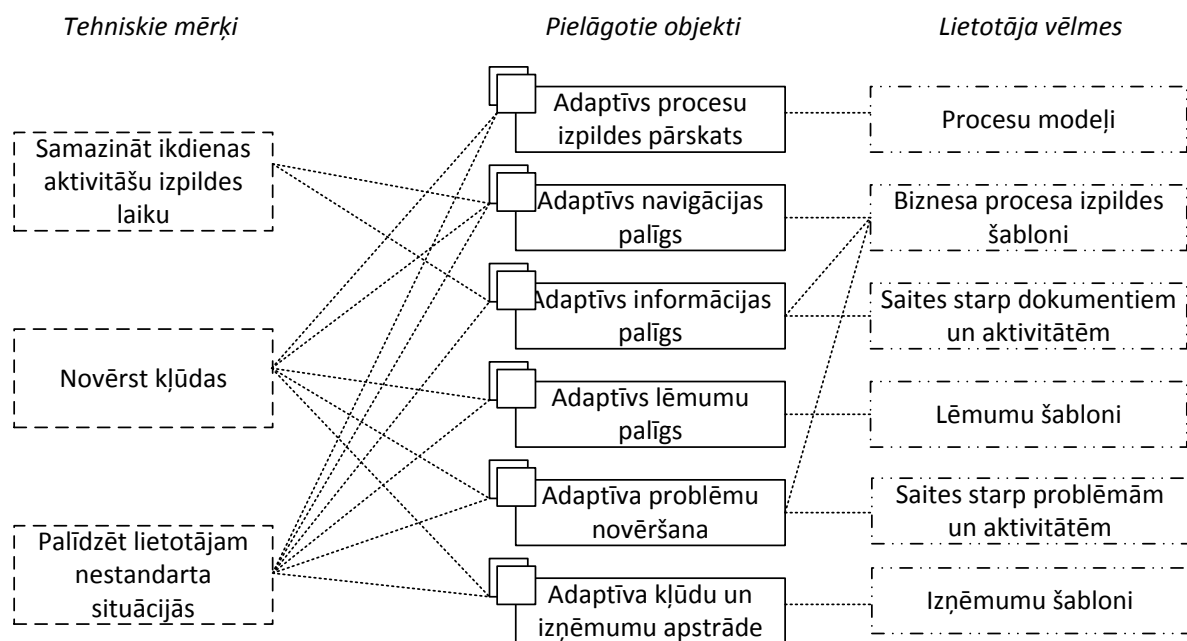
Lietotājam adaptīvas lietotnes modelēšanas meta-modeļa fragments ir attēlots 7. attēlā.



7. att. Mērķu un vēlmju vieta meta-modelī

Lietotājam adaptīva uzņēmuma lietotne

Galvenais lietotājam adaptīvās uzņēmuma lietotnes mērķis ir uzlabot biznesa procesu izpildes efektivitāti eksistējošās uzņēmuma lietotnēs. Šis ir biznesa mērķis, kuru var realizēt izpildot šādus operacionālos mērķus: optimizēt ikdienas aktivitātes, novērst kļūdas un samazināt apmācības laiku jaunajiem darbiniekiem un nestandarta procesiem. Taču, lai to sasniegtu, tehniski to var risināt uzlabojot lietotnes lietojamību – samazināt populārāko ikdienas uzdevumu izpildes laiku, novērst kļūdas un palīdzēt lietotājiem nestandarta gadījumos.



8. att. UAEA komponentes (pielāgotie objekti)

Lai risinātu pašreizējo uzņēmuma lietotņu lietojamības problēmas un ņemtu vērā mūsdienu uzņēmuma lietotņi lietotāju telpiskās vizualizēšanas spēju līmeni un attieksmi pret izmaiņām, promocijas darbā tiek piedāvāta UAEA, kas papildina pašreizējo uzņēmuma lietotni, bet to nemaina. UAEA var pievienot parastai (ne-adaptīvai) uzņēmuma lietotnei, jo tā sastāv no sešām, savstarpēji neatkarīgām komponentēm (8. att.):

- 1) Adaptīvs procesu izpildes pārskats – parāda pilnu procesu vai procesa daļu, pašreizējo aktivitāti un iespējamus ceļus, lai veiksmīgi pabeigtu procesu.
- 2) Adaptīvs navigācijas palīgs parāda īsceļus uz nākamo aktivitāti, obligāti izpildāmajām aktivitātēm, aizliegtajām aktivitātēm un jau izpildītajām aktivitātēm.
- 3) Adaptīvs informācijas palīgs iesaka katrai aktivitātei piesaistītos dokumentus, lietotnes vai datus, izmantojot tā paša vai citu lietotāju pieredzi.
- 4) Adaptīvs lēmumu palīgs katras aktivitātes laikā iesaka iespējamus lēmumus, izmantojot tā paša vai citu lietotāju pieredzi.

- 5) Adaptīva problēmu novēršana parāda pašreizējai aktivitātei piesaistītās biežāk sastopamās problēmas un risinājumus. Tas novērš iespējamās jauno lietotāju kļūdas vai nestandarta situācijās pieļautās kļūdas.
- 6) Adaptīva kļūdu un izņēmumu apstrāde informē lietotāju par nepilnībām procesa izpildē, piemēram, izlaistu aktivitāti vai nepabeigtu uzdevumu.

Lietotāji lieto uzņēmuma lietotnes, kas parasti sastāv no vairākām aktivitātēm. Katram lietotājam vai lietotāju grupai ir sava ierastā jeb vēlamā biznesa procesa aktivitāšu izpildes secība, kas veido biznesa procesa izpildes. UA EA mēģina izmantot šos biznesa procesa izpildes šablonus, lai uzlabotu procesa izpildes efektivitāti.

3. BIZNES A PROCESU PERSONALIZĒŠANAS IZMANTOŠANAS POTENCIĀLA IZPĒTE

UA EA modulis paredz, ka adaptācijas algoritms personalizē biznesa procesa īstenošanu. Lai pamatotu algoritma izstrādes nepieciešamību, tiek analizēti empīriski lietotņu izmantošanas dati. Analīzes mērķis ir noskaidrot, vai lietotāji netieši dod priekšroku manuāli veiktiem personalizētiem procesiem, tāpēc tiek pārbaudīts vai:

- 1) personalizētos biznesa procesa izpildes šablonus var novērot biežāk kā globālos šablonus; un
- 2) personalizētajiem šabloniem ir augstāks uzticamības līmenis nekā globālajiem šabloniem.

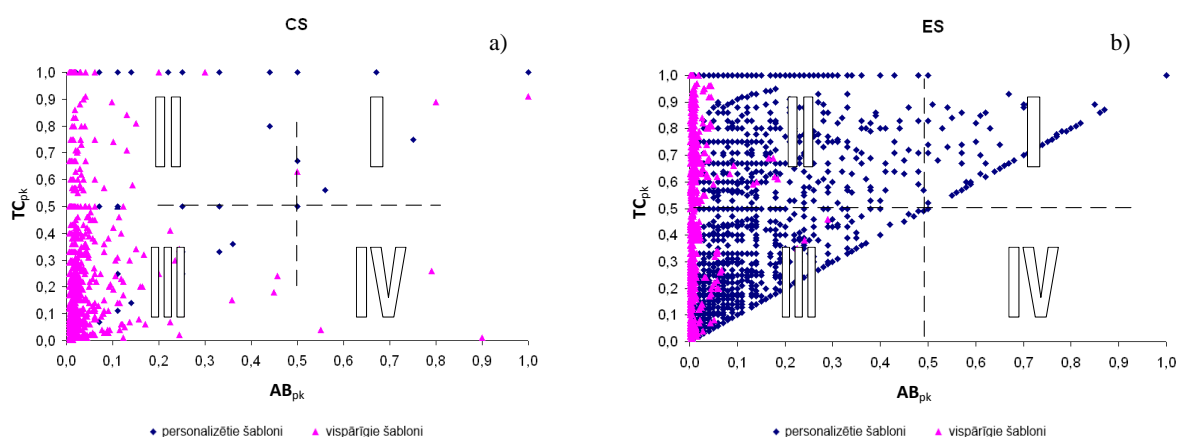
Pārbaudei tiek izmantotas divu lietotņu praktiskās izmantošanas datu kopas. Šīs datu kopas ir iegūtas no telekomunikāciju uzņēmuma mājas lapas (turpmāk tekstā CS) un universitātes e-studiju lietotnes (turpmāk tekstā ES) notikumu žurnāliem. Šablonu ieguvei tiek izmantots garākās kopīgās virknes algoritms [37]. Iegūto šablonu novērtēšanai tiek izmantoti divi datu ieguvē plaši izmantoti kritēriji – atbalsts un ticamība [100]. Atbalsta kritērijs norāda šablona novērošanas biežumu, un ticamības kritērijs mēra šablona precizitāti.

Lai vizualizētu šablonu efektivitāti, tiek izmantots šablonu efektivitātes grafiks (9. att.). AB_{pk} ir šablona novērošanas biežums un TC_{pk} ir šablona precizitāte.

Ir acīmredzams, ka labākie šabloni atrodas 1. kvadrantā, bet ne tik efektīvi šabloni ir 3. kvadrantā. Tālāk atsevišķi tiek saskaitīti katra kvadranta globālie un personalizētie šabloni. Šis skaits tiks salīdzināts, lai pārbaudītu tēzi, ka personalizētie šabloni ir efektīvāki par globālajiem šabloniem.

Viens grafika punkts var apzīmēt vairākus šablonus, ja to atbalsta un ticamības vērtības sakrīt, tāpēc šablonu efektivitātes skaitliskais vērtējums tiek iegūts izmantojot šķērstabulāciju

(1. tabula) un parāda globālo un personalizēto šablonu proporciju (procentos), kas pieder katram kvadrantam. CS notikumu žurnāla dati apstiprina pieņēmumu, ka personalizētie šabloni ir efektīvāki nekā globālie šabloni. Vēl jo vairāk, personalizētajiem šabloniem ir ļoti augsta efektivitāte un gandrīz visi šabloni ir ļoti precīzi un populāri. Tas nozīmē, ka atkārtoti izmantojot mājas lapu, lietotāju aktivitātes ir tādas pašas kā iepriekšējās sesijās. Arī ES datu personalizētie šabloni ir krietni efektīvāki par globālajiem šabloniem. Šķērstabulācijas Hī-kvadrāta tests apstiprina, ka šablonu novietojums efektivitātes grafikā ir atkarīgs no šablonu personalizācijas.



9. att. Šablonu efektivitātes grafiks (a) CS datiem un (b) ES datiem

1. tabula

Šķērstabulācijas rezultāti

	<i>CS dati</i>		<i>ES dati</i>	
	Globālie šabloni	Personalizētie šabloni	Globālie šabloni	Personalizētie šabloni
1. kvadrants	0,2	91,3	0,0	0,9
2. kvadrants	22,0	7,4	65,5	79,2
3. kvadrants	75,2	1,3	34,5	20,0
4. kvadrants	2,7	0,0	0,0	0,0
	Hī-kvadrāts = 11853, DF = 3, P vērtība = 0.000		Hī-kvadrāts = 667, DF = 3, P vērtība = 0.000	

4. ADAPTĪVS NAVIGĀCIJAS PALĪGS

Adaptīvs navigācijas palīgs (ANP) ir UAEA komponente, kuras mērķis ir palīdzēt jaunajiem lietotājiem veiksmīgāk orientēties lietotnē un ātrāk to apgūt; samazināt kļūdu skaitu, kā arī palīdzēt lietotājam izpildīt populārākos procesus ātrāk, jo to aktivitātes nav jāmeklē starp daudzajiem grafiskās lietotāja saskarnes elementiem. ANP komponentes mainīgais objekts ir lietotājs un process. Tas nozīmē, kas adaptācijas rezultāts atšķiras katram lietotājam.

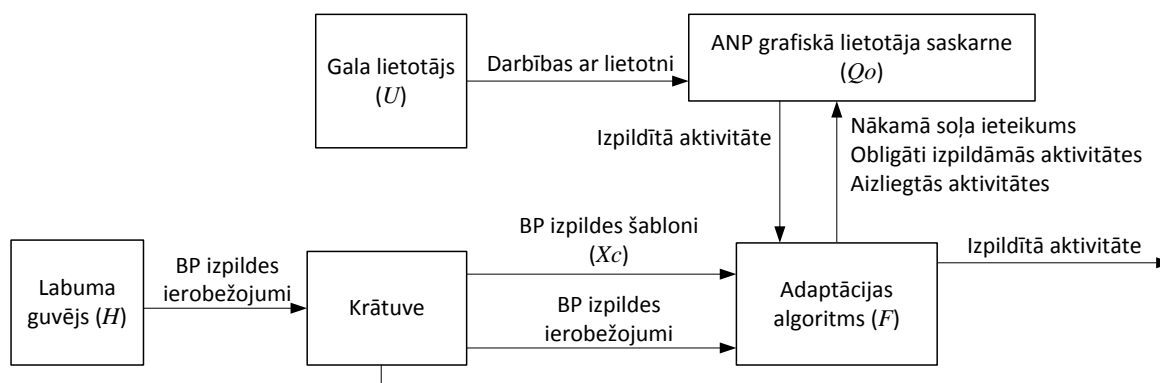
Šajā komponentē lietotāju prognozētās vēlmes ir personalizētie biznesa procesa izpildes šabloni, tātad ANP adaptācijas mērķis ir maksimizēt lietotāja izpildīto aktivitāšu un personalizētā šablona šķēluma lielumu jeb

$$|IP| \rightarrow \max, \quad (4.1)$$

kur $IP = I(u_{ui}) \cap P_{pk}(u_{ui})$ un $I(u_{ui})$ ir u_{ui} -tā lietotāja izpildīto aktivitāšu rinda; $P_{pk}(u_{ui})$ ir u_{ui} -tā lietotāja pk -tais personalizētais šablons.

ANP komponente izmanto 1) biznesa procesa izpildes ierobežojumus, lai kontrolētu procesa izpildes likumus un atļautu dažādas biznesa procesa izpildes alternatīvas; un 2) biznesa procesa izpildes šablonus, lai pārvaldītu lietotāja biznesa procesu izpildes alternatīvas.

ANP pamatā ir adaptācijas algoritms, kura ieejas dati ir izpildītā aktivitāte, biznesa procesa izpildes šabloni (personalizētie un globālie) un biznesa procesa izpildes ierobežojumi (10. att.).



10. att. Adaptācijas algoritma ieejas/izejas dati

Adaptīvs navigācijas palīgs parāda īsceļus uz nākamo aktivitāti, obligāti izpildāmajām aktivitātēm, aizliegtajām aktivitātēm un jau izpildītajām aktivitātēm. Pati uzņēmuma lietotnes saskarne netiek mainīta, mainās tikai ieteikumu bloks. Tātad biznesa procesa izpildes šabloni palīdz lietotājiem sekmīgi pabeigt procesu, taču tie vienmēr arī ļauj lietotājam pieņemt savus lēmumus par procesu izpildi.

ANP lietotāja saskarne var būt ne tikai nākamās aktivitātes ieteikums. ANP adaptācijas algoritma rezultātus var izmantot personalizētu datu ievades formu izveidei vai nepieciešamo izvērņu izcelšanai.

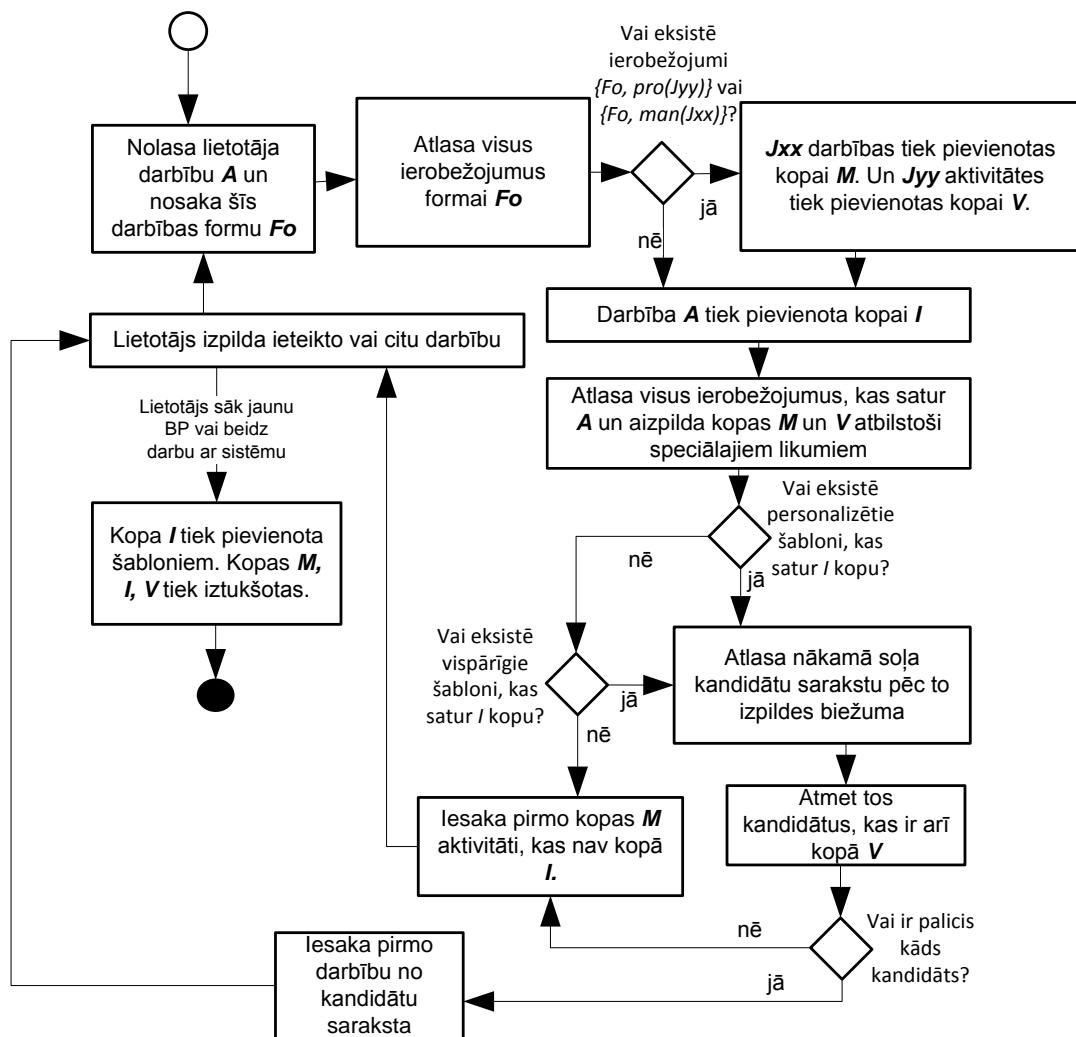
ANP adaptācijas algoritms

Lai realizētu ANP adaptācijas algoritmu, tiek ieviesti sekojoši apzīmējumi un datu virknes:

- 1) U - lietotājs;
- 2) A - lietotāja U izpildītā aktivitāte konkrētajā brīdī jeb aktivizētais lietotāja saskarnes elements (piemēram, izvēlne, poga);

- 3) F_o - forma jeb lietotāja saskarnes elements, kam ir piesaistīti noteikti lietotāja saskarnes elementi;
- 4) M – kopa, kas satur obligāti izpildāmās aktivitātes M_1, M_2, \dots, M_r ;
- 5) V – kopa, kas satur aktivitātes, ko nedrīkst izpildīt V_1, V_2, \dots, V_v ;
- 6) I – kopa, kas satur jau izpildītās aktivitātes I_1, I_2, \dots, I_z .

11. att. ir attēlota vienkāršota ANP algoritma loģika. Pēc katras lietotāja aktivitātes A lietotnē, tiek noteikta tai piesaistītā forma F_o . Pirmkārt, tiek atlasīti visi šīs formas ierobežojumi. Ja eksistē obligātās vai aizliegtās aktivitātes, tad tās tiek pievienotas kopām M un V . Tālāk aktivitāte A tiek pievienota kopai I un tiek izpildīti speciālie likumi. Ja eksistē kaut viens personalizētais šablons, tad nākamā aktivitāte tiek ieteikta pēc personalizēto šablonu izpildes biežuma. Ja personalizētie šabloni netiek atrasti, tad tiek meklēti globālie šabloni, un nākamā aktivitāte tiek ieteikta pēc globālo šablonu izpildes biežuma. Ja globālie šabloni netiek atrasti, tad tiek ieteikts pirmais obligāto aktivitāšu elements.

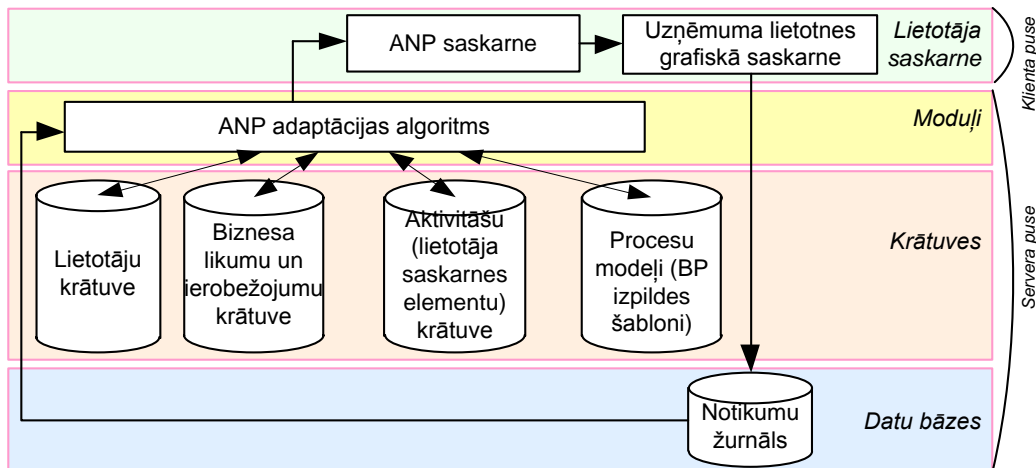


11. att. Vienkāršots ANP adaptācijas algoritms

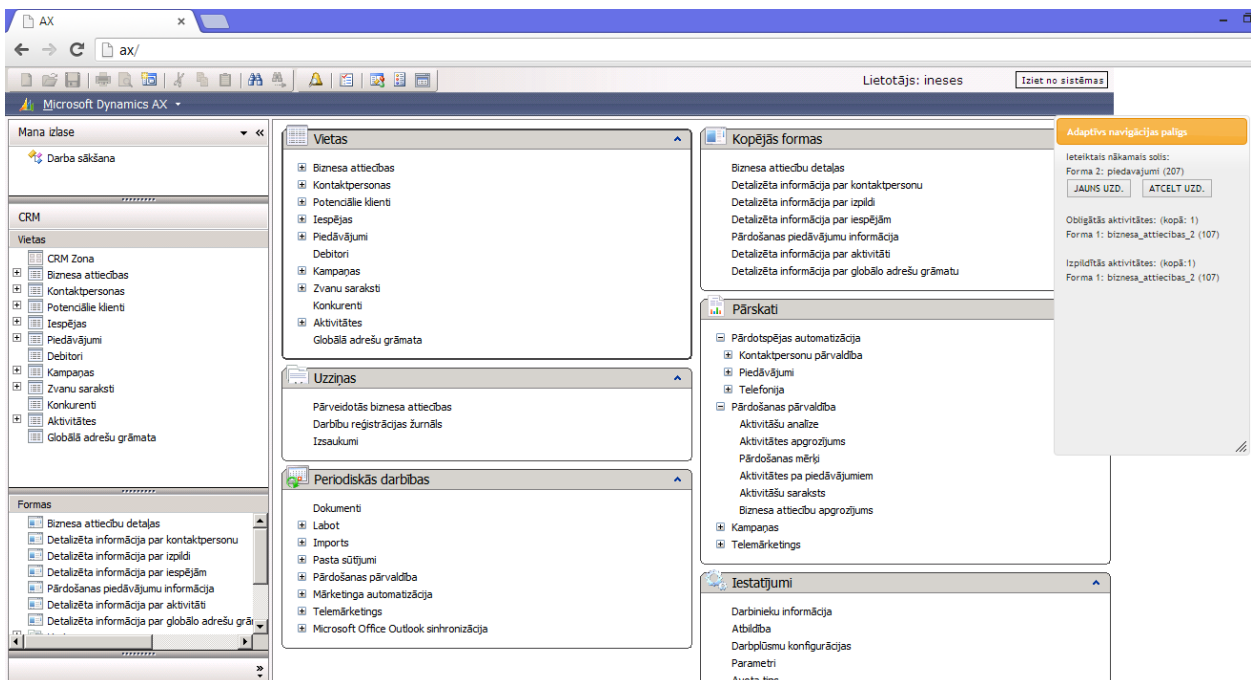
ANP implementācija un prototipa izstrāde

ANP komponentes arhitektūra (12. att.) sastāv no notikumu žurnāla datu bāzes; lietotāju, biznesa likumu jeb ierobežojumu, aktivitāšu un procesa modeļu krātuvēm; adaptācijas algoritma moduļa un ANP lietotāja saskarnes.

Eksperimenta nolūkiem tika izstrādāts speciāls reālas uzņēmuma lietotnes prototips, kam ir pievienota ANP komponente (13. att.). Prototips tika veidots, izmantojot PHP programmēšanas valodu un MySQL datu bāzi.



12. att. ANP komponentes arhitektūra



13. att. Prototipa lietotāja saskarne – sākumskaits

5. NOVĒRTĒŠANA

ANP komponente tiek novērtēta, izmantojot uzņēmuma lietotni bez adaptīvām īpašībām un to pašu uzņēmuma lietotni ar ANP.

Eksperimenta dalībnieku (ekspertu) izvēlei ir izmantota kvotētā atlase pēc pieejamības. UAEA ANP komponentes lietojamības novērtēšanā katrā grupā tika iesaistīti 8 lietotāji – kopā 16 dalībnieki, kuri pēc nejaušības principa tika sadalīti 2 līdzīgās grupās. Pirmajai grupai bija pieejama ANP komponente un otrai grupai nebija pieejama ANP komponente. Abu grupu dalībniekiem tika doti 3 uzdevumi, kas jārealizē pārdošanas lietotnē.

Paralēli noritēja eksperimenta dalībnieka tiešā novērošana. Novērotājs aicināja dalībnieku izteikt skaidri savas domas. Interesantākās domas un novērojumi tika rakstiski fiksēti novērotāja piezīmēs. Novērotājs arī atzīmēja, vai dalībnieks otro un trešo procesu izpilda tāpat kā pirmo. Pēc uzdevumu izpildes, katrs dalībnieks aizpildīja anketu.

Tiešās novērošanas rezultāti

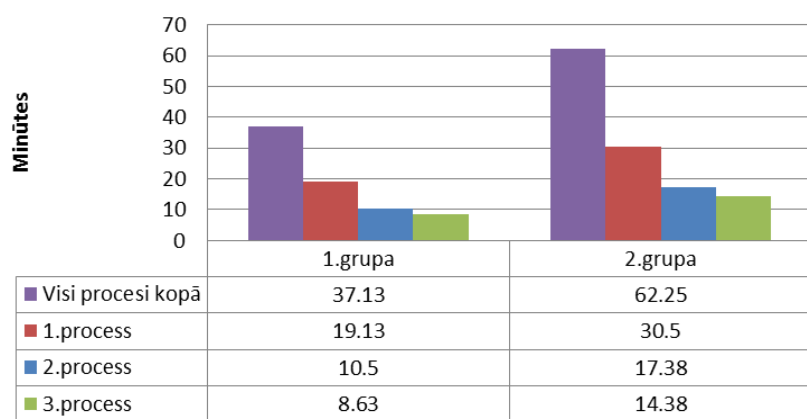
Tiešās novērošanas rezultāti apliecina, ka pilnīgi visi jeb 100% abu grupu dalībnieki, kuri sekmīgi izpildīja pirmo uzdevumu, otrajā un trešajā uzdevumā izmantoja tās pašas izvēlnes un uzdevuma izpildes secību, ko atklāja pirmā uzdevuma laikā.

Galvenā tiešās novērošanas priekšrocība ir iespēja atklāt faktorus, uzvedību vai viedokli, kas sākotnēji nav iekļauts pētījuma mērķī un pārbaudāmajās tēzēs. Šī eksperimenta laikā tika fiksēti sekojoši novērojumi, kas tiks izmantoti turpmākajos pētījumos:

- 1) Lietotāji no uzņēmuma lietotnes sagaida līdzīgu mijiedarbību, kā ar citām populārām lietotnēm.
- 2) Lietotāji savas darbības vērtē attiecībā pret citu lietotāju veikumu.
- 3) Daudziem lietotājiem problēmas sagādāja terminoloģija.

Kvantitatīvo datu analīze

Analizējot vidējo procesu izpildes laiku (14. att.), ir redzams, ka vidējais visu uzdevumu izpildes laiks un katra uzdevuma vidējais izpildes laiks pirmajai grupai ir mazāks nekā otrajai grupai, tātad visu procesu pirmās grupas dalībnieki ir veikuši ātrāk nekā otrās grupas dalībnieki. Tas liecina, ka ANP komponente ir uzlabojusi eksperimenta procesa izpildes laiku.



14. att. Vidējais procesu izpildes laiks

Lai statistiski pārbaudītu ANP komponentes izmantošanas ietekmi uz biznesa procesa izpildes laiku, tiek izmantota dispersijas analīze [94]. Atkarīgais mainīgais ir izpildes laiks, un to ietekmējošie faktori ir grupa un uzdevuma numurs. Sākotnējie dati neatbilst dispersijas analīzes pieņēmumiem par atlikumu normalitāti, tāpēc sākotnējie dati tiek transformēti, izmantojot logaritmisko transformāciju. Transformētajiem datiem dispersijas analīzes rezultāti ir apkopoti 2. tabulā.

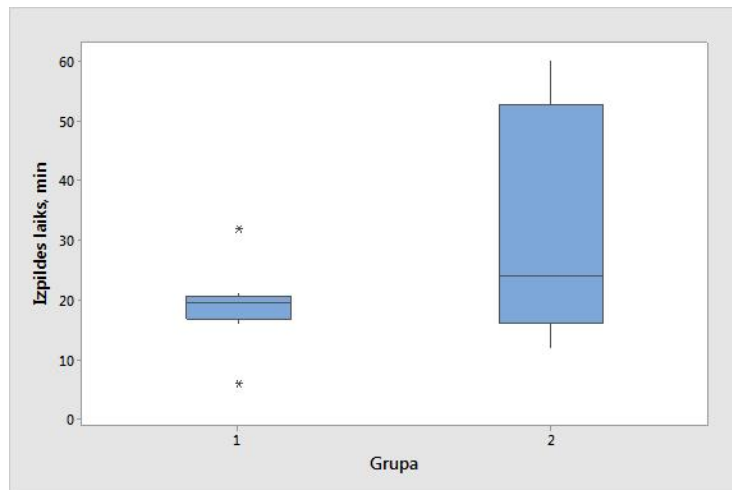
2. tabula

Dispersijas analīzes rezultāti

Faktors	Noviržu kvadrātu summa	Brīvības pakāpju skaits	Dispersija	Fišera attiecība	P vērtība
Grupa	0,81	1	0,81	2,25	0,1
Uzdevums	6,87	2	3,43	9,64	0

P vērtība grupas faktoram ir mazāka par 0,1, kas nozīmē, ka faktors būtiski ietekmē izpildes laiku tikai 90% ticamības līmenim, bet ne prasītajam 95% ticamības līmenim. Tomēr jāņem vērā, ka testa kritēriju efektivitāti būtiski ietekmē mazais novērojumu skaits. Izpildes laikam 2. grupā ir raksturīga liela izkliede, kas uzskatāmi redzama izpildes laika kastveida diagrammā (15. att.). Uzņēmumu lietotnēs vienlīdz svarīga ir gan izpildes laika vidējās vērtības samazināšana, gan izkļedes samazināšana, kas darba procesu padara prognozējamāku.

Uzdevuma faktoram P vērtība ir mazāka par 0,01, tātad pie 99% ticamības līmeņa uzdevuma nozīmīgi ietekmē izpildes laiku. Uzdevuma faktoru nozīmību būtiski ietekmē arī tas, ka eksperimenta laikā dalībnieki ieguva papildus zināšanas par sistēmas darbību. Kā arī dati neļauj secināt, ka grupas un uzdevuma mijiedarbība būtiski ietekmē laiku (P vērtība=0,8509), t.i. nevar teikt, ka kādam uzdevumam grupa ir vēl nozīmīgāka.



15. att. Kastveida diagramma

Tā kā promocijas darbā tiek apskatīti tikai procesa izpildes uzlabojumi, nevis datu kvalitātes uzlabojumi, tad par kļūdām tiek uzskatītas izlaistas aktivitātes vai nepareiza darbplūsma. Datu ievades kļūdu novēršana darbā nav apskatīta.

Rezultāti parāda, ka ANP komponente ir samazinājusi pieļauto kļūdu skaitu, taču nav to pavisam novērsusi, jo ANP ir tikai ieteikumu sistēma, tā lietotājam neuzspiež veikt ieteiktās aktivitātes. Kā arī būtiskai kļūdu samazināšanai ir paredzēta cita UAEA komponente – adaptīva kļūdu novēršanas komponente.

Anketas datu analīze

Prototipa novērtējuma rezultāti ir apkopoti 3. tabulā. Datu analīzes laikā ir aprēķinātas divas vērtības: mediāna (tabulā apzīmēta ar ME) un standartnovirze (tabulā apzīmēta ar SN). Jo tuvāk mediāna atrodas vērtībai 1, jo novērtējums ir labāks.

Anketas dati parāda, ka ANP komponente uzlabo subjektīvo viedokli par lietošanas ērtumu, efektivitāti un elastību, nemaina subjektīvo viedokli par kļūdām un neaizmirstamību un mazliet pasliktina viedokli par apgūstamību, kontroli, uzticamību un palīdzību. Pozitīvs viedoklis par lietošanas ērtumu norāda, ka lietotāji varētu izmantot ANP komponenti ikdienā. Savukārt, apgūstamības, kļūdu un neaizmirstamības rezultāti parāda, ka ir nepieciešams uzlabot ANP komponentes vizuālo attēlojumu.

Prototipa novērtējuma rezultāti

Nr.	Kritērijs	Vērtējuma 1 nozīme	Vērtējuma 5 nozīme	1.grupa		2.grupa	
				ME	SN	ME	SN
1	Apgūstamība	Ar lietotni var strādāt lietotāji ar dažādiem zināšanu līmeņiem	Lai strādātu ar lietotni ir nepieciešamas specifiskas zināšanas	3,14	0,98	2,57	1,33
2	Kontrole	Es varu kontrolēt lietotnes darbību	Lietotnes uzvedība nav kontrolējama (darbības tiek veiktas automātiski un es nesaprotu kādā veidā)	3,14	1,12	2,86	1,56
3	Uzticamība	Es uzticos šai lietotnei	Es neuzticos šai lietotnei	3,29	1,21	3,00	1,46
4	Efektivitāte	Es lietotnē varu veikt visas nepieciešamās darbības	Lietotne man neļauj veikt visas nepieciešamās darbības	2,57	1,21	3,57	1,22
5	Lietošanas ērtums	Lietotni ir viegli lietot	Lietotne ir sarežģīta	3,00	1,25	3,57	1,53
6	Apgūstamība	Lietotni ir viegli apgūt	Lietotni ir grūti apgūt	2,71	1,24	2,57	0,95
7	Elastība	Lietotne ir elastīga	Lietotne nav elastīga	3,00	1,36	4,00	1,20
8	Palīdzība	Tiek nodrošināta palīdzība uzdevuma veikšanai	Nav palīdzības uzdevuma veikšanai	3,86	1,18	3,57	1,71
9	Kļūdu novēršana	Mani informē par kļūdām	Par savām kļūdām neesmu informēts	4,71	1,29	4,86	1,22
10	Neaizmirstamība	Pēc nedēļas es atcerētos, kā veikt šādu uzdevumu	Pēc nedēļas es nevarēšu veikt šo uzdevumu (jo būšu visu aizmirsis)	2,43	1,59	2,57	1,33
11	Efektivitāte	Izvēlņu izkārtojums ir loģisks	Izvēlņu izkārtojums nav izprotams	3,14	1,64	4,00	1,31
12	Efektivitāte	Man ir viegli atrast nepieciešamo informāciju/funkcijas	Man ir viegli atrast nepieciešamo informāciju/funkcijas	2,86	1,14	3,43	1,28

REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Promocijas darba mērķis ir uzlabot uzņēmuma lietotnes lietojamību, izmantojot procesu orientāciju, adaptāciju un personalizēšanu.

Lai sasniegtu mērķi, tika:

- 1) Apzinātas uzņēmuma lietotnes galvenās problēmas. Detalizēti apskatīta lietojamības problēma un iespējamie tās risinājumi (1. nodaļa). Uzņēmuma lietotnes ir sarežģītas. Sarežģītu lietotņu gadījumā tradicionālās lietojamības novērtēšanas un uzlabošanas

metodes nav efektīvas. Efektīvāka ir dažādu automatizēto novērtēšanas metožu pielietošana un adaptācija.

- 2) Izpētīta adaptācijas un adaptīvu lietotņu būtība informācijas tehnoloģijas jomā, īpaši pievēršot uzmanību lietotājam adaptīvām lietotnēm (1. un 2. nodaļa). Parasti adaptācijas procesā tiek izdalīti labuma guvēji un to noteiktie adaptācijas mērķi. Promocijas darbā tiek izdalīti arī gala lietotāji un to vēlmes. Šo objektu apzināšana ļauj uzlabot adaptācijas rezultātu lietotājam adaptīvā lietotnē.
- 3) Izstrādāta pieeja lietotājam adaptīvas lietotnes modelēšanai (2. nodaļa). Šī pieeja apvieno organizācijas modeļus (mērķi un labuma guvēji), lietotnes modeļus (lietotnes komponentes) un lietotnes adaptīvos jēdzienus (mainīgais un pielāgotais objekts).
- 4) Definēta un aprakstīta lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes būtība (2. nodaļa). Šādā lietotnē biznesa procesi tiek izpildīti efektīvāk.
- 5) Novērtēts procesu personalizēšanas izmantošanas potenciāls (3. nodaļa). Empīriski ir apstiprināta personalizētu biznesa procesa šablonu veidošanās lietotnēs. Personalizētos biznesa procesa izpildes šablonus var novērot biežāk kā globālos šablonus un tiem ir augstāks uzticamības līmenis.
- 6) Izstrādāts adaptācijas algoritms adaptīvam navigācijas palīgam (4. nodaļa). Algoritms apvieno biznesa procesa izpildes ierobežojumus un šablonus.
- 7) Izstrādāts adaptīva algoritma prototips (4. nodaļa). Izstrādātajam prototipam ir šādas priekšrocības, salīdzinot ar līdzīgu pētījumu prototipiem: a) prototipa pamatā ir reāla uzņēmuma lietotne; vairumā zinātnisko pētījumu reālas lietotnes netiek izmantotas par prototipu; b) prototips parāda biznesa procesa un lietotāja saskarnes sasaisti; vairums pētījumu strādā procesa līmenī un fokusējas uz funkcionālajiem aspektiem un lietotāja saskarnes adaptācija netiek ņemta vērā. Tam ir zināms mīnuss, jo lielu un sarežģītu lietotņu gadījumā biznesa procesu likumi var ietekmēt daudzus lietotāja saskarnes elementus.
- 8) Novērtēta adaptīva navigācijas palīga efektivitāte uzņēmuma lietotnes lietojamības problēmu risināšanai (5. nodaļa). Izstrādātais ANP algoritms tika novērtēts, izmantojot prototipu. Tiešās novērošanas laikā tika apstiprināta biznesa procesa izpildes šablonu veidošanās. Kvantitatīvās datu analīzes rezultāti apliecina, ka 1. grupas dalībnieki, kuriem bija pieejama ANP komponente ar personalizētajiem un globālajiem procesu izpildes šabloniem, visus 3 uzdevumus kopā un katru uzdevumu atsevišķi veica ātrāk un mazāk kļūdām, nekā 2. grupas dalībnieki. Anketas dati parāda, ka ANP komponente uzlabo subjektīvo viedokli par lietošanas ērtumu, efektivitāti un elastību, nemaina

subjektīvo viedokli par kļūdām un neaizmirstamību un nedaudz pasliktina lietotāju viedokli par apgūstamību, kontroli, uzticamību un palīdzību. Lai varētu vispārināt rezultātus uz visiem uzņēmuma lietotnes lietotājiem, būtu nepieciešams izmantot gadījuma dalībnieku atlasī, kas pārstāvētu visu uzņēmuma lietotnes lietotājus.

Promocijas darba izstrādes laikā galvenie iegūtie secinājumi ir:

- 1) Cilvēku uzvedība lietotnē ir līdzīga to uzvedībai reālajā dzīvē, tāpēc to ietekmē attieksme pret izmaiņām, priekšroka noteiktam maršutam un īsceļiem, krāsām, informācijas pasniegšanas veidam, utml. Lai uzlabotu lietotnes lietojamību, šie faktori ir jāņem vērā.
- 2) Tradicionālās lietojamības metodes nav efektīvas uzņēmuma lietotnes gadījumā, jo tajās tiek realizētas daudz funkcijas; ir daudz un dažādas lietotāju grupas. Tāpēc sarežģītu uzņēmuma lietotņu lietojamības uzlabošanai jāizmanto adaptācija.
- 3) Lietotājam adaptīvas lietotnes gadījumā adaptācijas rezultātu uzlabo lietotāja vēlmju identificēšana, modelēšana un izmantošana. Biznesa procesu personalizētie šabloni ir lietotāja vēlmju piemērs.
- 4) Vairākas uzņēmuma lietotnes procesu realizēšanai izmanto darbplūsmas. Tradicionāla darbplūsma izmanto biznesa procesu izpildes šablonus lomām. Lietotājam adaptīva uzņēmuma lietotne izmanto personalizētus procesu izpildes šablonus, jo personalizētie biznesa procesu izpildes šabloni ir precīzāki par globālajiem biznesa procesu izpildes šabloniem.

Turpmāko pētījumu virzieni ir:

- 1) Adaptīva navigācijas palīga attēlošana. Pašreizējais ANP komponentes dizains tikai iesaka nākamo izpildāmo aktivitāti un atver pilnu formu, kur tā atrodas. Taču šāda algoritma vizualizācija nav pati efektīvākā. Piemērota adaptīva navigācijas palīga vizualizācija būtu jāveido ka atsevišķs pētījums. To akcentē arī anketas rezultāti.
- 2) Pārējo lietotājam adaptīvas uzņēmuma lietotnes komponentu adaptācijas algoritmu izstrāde un novērtēšana.
- 3) Datu kvalitātes uzlabošana, izmantojot personalizēšanu.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Aalst, W.M.P.v.d., Basten, T., Verbeek, H.M.W., Verkoulen, P.A.C., and Voorhoeve., M. Adaptive Workflow: An Approach Based on Inheritance// in Proceedings of the

- IJCAI'99 Workshop on Intelligent Workflow and Process Management: The New Frontier for AI in Business. - Stockholm, Sweden. 1999.
2. Aalst, W. M. P. v.d., Jablonski, S. , Dealing with workflow change: identification of issues and solutions// International Journal of Computer Systems Science and Engineering. – 2000. – Nr.15. – 267.-276. lpp.
 3. Aalst, W.M.P.van der, Reijers, H.A., Song, M., Discovering Social Network from Event Logs// Computer Supported Cooperative Work – 2005. – Nr.14. – 549.-593. lpp.
 4. Aalst, W.M.P.van der, Weijters, A.J.M.M., Process mining: a research agenda// Computers in Industry. – 2004. – Nr.53. – 231.-244. lpp.
 5. Ahmad, A.R., Basir, O., Hassanein, K., Adaptive User Interfaces for Intelligent E-Learning: Issues and Trends// The Fourth International Conference on Electronic Business (ICEB2004). – Beijing, 2004. - 925.-934. lpp.
 6. Akadēmiskā terminu datubāze AkadTerm / Internets. - <http://termini.lza.lv/term.php> Resurss apraksts 25.08.2012.
 7. Al-Khaldi, M. A., & Wallace, R. S. O., The influence of attitudes on personal computer utilization among knowledge workers: the case of Saudi Arabia// Information & Management, 1999. – Nr.31. – 185.–204. lpp.
 8. Ipert, S.R., Karat, J., Karat, C.M., Brodie, C., Vergo, J.G., User Attitudes Regarding a User-Adaptive eCommerce Web Site// User Modeling and User-Adapted Interaction 13. – 2003. – 373.-396. lpp.
 9. Alonso, D.L. The effects of individual differences in spatial visualization ability on dual-task performance (Dissertation). – Internets.:http://lap.umd.edu/lap/Papers/Dissertations/Alonso_Dissertation_1998/partI.html. Resurss apraksts 14.05.2010.
 10. Andersson, J., et al., Modeling Dimensions of Self-Adaptive Software Systems// Software Engineering for Self-Adaptive Systems, Eds. B. H. C. Cheng, et al. LNCS. – Springer Berlin/Heidelberg, 2009. – Nr.5525. – 27.-47. lpp.
 11. ANSI. Common industry format for usability test reports (ANSI-NCITS 354-2001). - Washington, DC: American National Standards Institute. – 2001.
 12. Awang, N.H., et al., Comparative Evaluation of the State-of-the Art on Approaches to Software Adaptation// 4th International Conference on Software Engineering Advances. – 2009. – 425.-439. lpp.
 13. Babaian, T., Grosz, B. J., Shieber, S. T., A writer's collaborative assistant // In Proceedings of Intelligent User Interfaces Conference (IUI-02). - ACM Press, January 2002. – 7.–14. lpp.

14. Babaian, T. and Lucas, W. // In Proceedings of the 14th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'12). - SciTePress, 2012.
15. Babaian, T., Lucas, W. and Topi, H., // In Proceedings of the International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFIT'2007). - 2007.
16. Babaian, T., Lucas, W., and Topi, H., Collaborating to improve ERP usability// In Proceedings of the International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS-2004). – 2004. – 164.-168. lpp.
17. Babaian, T., Lucas, W.T., Xu, J., Topi, H., Usability through system-user collaboration// In: DESRIST. – Springer, 2010. – 394.-409. lpp.
18. Barth, F. J., Gomi, E. S., A Meta-Level Architecture for Adaptive Applications// In: Proceedings of the International Conference on Adaptive and Natural Computing Algorithms. - Springer-Verlag, 2005. - 329.-332. lpp.
19. Battaglia, M. P., Nonprobability Sampling// Encyclopedia of Survey Research Methods (Lavrakas, P.J. eds.). - SAGE Publications, 2008 – 523.-526. lpp.
20. Becker, J., Niehaves, B., Epistemological perspectives on IS research: a framework for analysing and systematizing epistemological assumptions// Information Systems Journal. Blackwell publishing Ltd, 2007. - Nr. 17. – 197.–214. lpp.
21. Bennett, J. L., The commercial impact of usability in interactive systems. Infotech State of the Art Report// Man/Computer Communication. – 1979. – Nr.2. – 289.-297. lpp.
22. Bevan, N., Kirakowski, J., and Maissel, J., What is usability?// In H. J. Bullinger (Ed.), Human Aspects in Computing, Design and Use of Interactive Systems and Work with Terminals, Proceedings of the Fourth International Conference on Human Computer Interaction. - Stuttgart, Germany: Elsevier Science Publishers, 1991. – 651.-655. lpp.
23. Bidgoli, Hossein, The Internet Encyclopedia, Volume 1, John Wiley & Sons, Inc., 2004. – 707 lpp.
24. Bieliková, M., & Moravčík, M., Modeling the reusable content of adaptive web-based applications using an ontology// Advances in Semantic Media Adaptation and Personalization, - 2008. – 307.-327. lpp.
25. Brusilovsky, P., Adaptive Hypermedia// User Modeling and User-Adapted Interaction. – 2001. – Nr. 11. – 87.-110. lpp.
26. Bubenko, J. A., Brash, D., and Stirna, J., EKD User Guide. Kista, Dept. of Computer and Systems Science. - Royal Institute of Technology (KTH) and Stockholm University, Stockholm, Sweden, 1998. – Internets – ftp://ftp.dsv.su.se/users/js/ekd_user_guide.pdf. Resurs aprakstīts 20.01.2012.

27. Burkhart, T. and Loos, P., Flexible business processes - Evaluation of current approaches// In Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik - MKWI 2010. Göttingen, Germany, 2010. – 1217.-1228. lpp.
28. Bušinska L., Šūpulniece I., Towards Systematic Reflection of Data, Information, and Knowledge // RTU zinātniskie raksti. 5. sēr., Datorzinātne. - 46. sēj. (2011), 12.-18. lpp.
29. Bušinska L., Šūpulniece I., Kirikova M. On Data, Information, and Knowledge Representation in Business Process Models // Proceedings of the 20th International Conference on Information Systems Development (ISD 2011) , Lielbritānija, Edinburga, 2011.
30. Calisir, F, Calisir, F, The relation of interface usability characteristics, perceived usefulness, and perceived ease of use to end-user satisfaction with enterprise resource planning (ERP) systems // Computers in Human Behavior. - 2004.
31. Cannataro, M., Cuzzocrea, A., Pugliese, A., XAHM: an adaptive hypermedia model based on XML // In: Proceedings of the 14th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering. - ACM Press, New York, 2002. – 627.–634. lpp.
32. Cardoso, J., Bostrom, R.P., Sheth, A., Workflow Management Systems vs. ERP Systems: Differences, Commonalities, and Applications // Information Technology Management. - Nr. 5. – 2004. – 319.-338. lpp.
33. Chang, SI, Gable. G., Smythe, E., Timbrell, G., A Delphi examination of public sector ERP implementation issues // International Conference on Information Systems. - Atlanta: Association for Information Systems, 2000. – 494.–500. lpp.
34. Cho, Y.H., Kim, J.K., Application of Web usage mining and product taxonomy to collaborative recommendations in e-commerce // Expert Systems with Applications. - Nr. 26. – 2004. – 233.-246. lpp.
35. Cooley, R., Mobasher, B., Srivastava, J., Data preparation for mining world wide web browsing patterns // Knowledge and Information Systems. – Nr. 1(1). - 1999.
36. Coopriider, J. et al., A Collaboration Model for ERP User-System Interaction // In Proceedings of the 43rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2010). – 2010. – 1.-9. lpp.
37. Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L., Stein, C., Introduction to Algorithms (2nd ed.). - MIT Press and McGraw-Hill, 2001. -350.-355. lpp.
38. Curran, T.A., Ladd, A., SAP R/3 Business Blueprint: Understanding Enterprise Supply Chain. - Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, 2000.

39. Davenport, T., *Process Innovation: Reengineering work through information technology*. -Harvard Business School Press, 1993.
40. Davenport, T. H., Putting the enterprise into the enterprise system // *Harvard Business Review*(July–August). – 1998. – 121.–131. lpp.
41. DeJong, K.A., Adaptive system design: a genetic approach. // *IEEE Trans. Syst., Man, and Cyber.* – Nr. 9. – 1980. – 566.-574. lpp.
42. Devore, J., Farnum, N., Doi J., *Applied Statistics for Engineers and Scientists*, Third Edition. - Cengage Learning, 2013. - 395. lpp.
43. Dijkman, R., Dumas, M., Garcia-Banuelos, L., Kaarik, R., *Aligning Business Process Models* // *Proceedings of the 13th IEEE international conference on Enterprise Distributed Object Computing (EDOC'09)*. – 2009. – 40.-48. lpp.
44. Dillon, A., Usability evaluation // In W. Karwowski (ed.) *Encyclopedia of Human Factors and Ergonomics*. - London: Taylor and Francis, 2001.
45. Dorn, C., Burkhart, T., Werth, D., Dustdar, S., Self-adjusting recommendations for peopledriven ad-hoc processes // In: Hull, R., Mendling, J., Tai, S. (eds.) *BPM 2010. LNCS*. – Nr. 6336. - Springer, Heidelberg, 2010. – 327.–342. lpp.
46. Dumas, J. S., User-based evaluations // In J. A. Jacko and A. Sears (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*. - Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2003. - 1093.-1117. lpp.
47. ERP advantages and disadvantages – Internets. -<http://www.academictutorials.com/erp/erpadvantages.asp>. Resurss aprakstīts 29.09.2010.
48. Frias-Martinez, E., Magoulas, G., Chen, S., Macredie, R., Modeling human behavior in user-adaptive systems: Recent advances using soft computing techniques // *Expert Systems with Applications*. – Nr. 29. – 2005. – 320.-329. lpp.
49. Folmer, E., Bosch, J., Architecting for Usability; a Survey // *Journal of Systems and Software*, 5. sēr. – 2004. - 70.sēj. - 61.-78. lpp.
50. Fritsch, S., et al., Time-bounded adaptation for automotive system software // *ICSE'08*, May 10–18. - Leipzig, Germany, 2008. – 571.-580. lpp.
51. Gajos, K.Z., Czerwinski, M., Tan, D.S., Weld, D.S., Exploring the design space for adaptive graphical user interfaces // In: *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces*. - New York, 2006. – 201.–208. lpp.
52. Gajos, K.Z., Everitt, K., Tan, D.S., Czerwinski, M., Weld, D.S., Predictability and accuracy in adaptive user interfaces // In: *Proceeding of the Twenty-sixth Annual*

- SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. - New York, 2008. – 1271.-1274. lpp.
53. Galliers, R. D., & Land, F. F., The importance of Laboratory Experimentation in IS Research: A Response // Communications of the ACM, 12.sēr. – 1988. – 31.sēj. – 1504.-1505. lpp.
 54. García-Barrios, V.M., Personalization in Adaptive E-Learning Systems - A Service-Oriented Solution Approach for Multi-Purpose User Modelling Systems // Dissertation at Institute of Information Systems and Computer Media, Faculty of Computer Science, Graz University of Technology. – 2007.
 55. Georgakopoulos, D. Hornick, M., Sheth, A., An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure // Distributed and Parallel databases. – 1995. – 119.-153. lpp.
 56. Gery, M., Haddad, H., Evaluation of Web usage mining approaches for user's next request prediction // Proceedings of the fifth ACM international workshop on Web information and data management. – 2003. – 74.-81. lpp.
 57. Girardi, R., Marinho, L.B., De Oliveira, I.R., A system of agent-based software patterns for user modeling based on usage mining // Interacting with Computers., - Nr. 17. – 2005. – 567.-591. lpp.
 58. Gomoll, K., Some Techniques for Observing Users // From The Art of Human-Computer Interface Design by Brenda Laurel. - Addison-Wesley Publishing Company, Inc. New York, 1992. – 85.-90. lpp.
 59. Goyal, M., Computer-Based Numerical & Statistical Techniques. - Infinity Science Press, 2007. - 469. lpp.
 60. Grabis J., Šūpulniece I., Simulation Based Evaluation of Adaptive Applications models // Proceedings of 20th International Conference on Information Systems Development (ISD2011). - Edinburg, Scotland, 2011.
 61. Grau G., Horkoff J., Yu E., IStarQuickGuide. – 2006. – Internets - <http://istar.rwth-aachen.de/tiki-index.php?page=iStarQuickGuide>. Resurss aprakstīts 20.01.2012.
 62. Gray, W. D., and Salzman, M. C., Damaged merchandise? A review of experiments that compare usability evaluation methods // Human-Computer Interaction. – Nr. 13. – 1998. - 203.-261. lpp.
 63. Graziola, I., Pianesi, F., Zancanaro, M., Dimensions of Adaptivity in Mobile Systems: Personality and People's Attitudes // In IUI'05, Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces. – 2005. – 223.-230. lpp.

64. Hamerman, P., ERP applications 2007: Innovation rekindles. - Forrester Research, 2007.
65. Hammori, M., Herbst, J., Kleiner, N., Interactive workflow mining – requirements, concepts and implementation // Data & Knowledge Engineering. –Nr. 56. – 2006. – 41.-63. lpp.
66. Han, Y., Sheth, A., Bussler, C., A Taxonomy of Adaptive Workflow Management // Workshop of the 1998 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work. - Seattle, Washington, USA, 1998.
67. Harris, L., Westin, A.F., Equifax-Harris Mid-Decade Consumer Privacy Survey. - Equifax, Inc., Atlanta, GA, 1995.
68. Hartson, H.R., Andre, T.S., Williges, R.C., Criteria for evaluating usability evaluation methods // International Journal of Human-Computer Interaction. –Nr. 15. - 2003. – 145.-181. lpp.
69. Hermsillo, G., Seinturier, L., Duchien, L., Using Complex Event Processing for Dynamic Business Process Adaptation // In Proc. of the 7th IEEE 2010 International Conference on Services Computing. -2010. - DOI : 10.1109/SCC.2010.48
70. Hestermann, C., Key issues for enterprise resource planning. – Gartner, 2009.
71. Hevner, A. R., March, T. S., Park, J. and Sudha, R., Design Science in Information Systems Research // MIS Quarterly. – Nr. 28 (1). – 2004. – 75.-105. lpp.
72. Hollingsworth D., The Workflow Reference Model. - Workflow Management Coalition, 1995.
73. Huang, Y.M., Kuo, Y.H., Chen, J.N., Jeng, Y.L., NP-miner: A real-time recommendation algorithm by using web usage mining // Knowledge-Based Systems. – Nr. 19. – 2006. – 272.-286. lpp.
74. Huth, C., Erdmann, I., Nastansky, L., Groupprocess: Using process knowledge from the participative design and practical operation of ad hoc processes for the design of structured workflows // In: HICSS. – 2001.
75. Iansiti, M., ERP end-user business productivity: A field study of SAP & Microsoft: vKeystone strategy. – 2007. – Internets. - <http://download.microsoft.com/download/4/2/7/427edce8-351e-4e60-83d6-28bbf2f80d0b/KeystoneERPAssessmentWhitepaper.pdf>. Resurss aprakstīts 12.12.2010.
76. IFS North America, Usability and Agility of ERP Solutions. – 2011. – Internets. - <http://www.winshuttle.com/White-Papers/Winshuttle-ERPUsability-whitepaper-EN.pdf> Resurss aprakstīts 24.08.2012.

77. Iivari, J., Hirschheim, R., & Klein, H. K., A Paradigmatic Analysis Contrasting Information Systems Development Approaches and Methodologies // Information Systems Research. –Nr. 9(2). – 1998. -164.-193. lpp.
78. ISO 9126, Software product evaluations – Quality characteristics and guidelines for their use // ISO DIS 9126.
79. ISO 9126-1, Software engineering – Product quality – Part 1: Quality Model. -2000.
80. ISO, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) // Part 11: Guidance on usability (ISO 9241-11:1998(E)). - Geneva, Switzerland, 1998.
81. Jameson, A., Adaptive Interfaces and Agents // In J. Jacko & A. Sears (Eds.), Human-computer interaction handbook. - Mahwah, NJ: Erlbaum, 2003. – 305.–330. lpp.
82. Jameson, A., Systems That Adapt to Their Users: An Integrative Overview // Tutorial presented in: 9th International Conference on User Modeling. - Johnstown, USA, 2003.
83. Jarvenpaa, S., The importance of Laboratory Experimentation in IS Research // Communications of the ACM. – Nr. 31(12). – 1988. – 1502.-1504. lpp.
84. Jones, S., Cunningham, S.J., McNab, R. and Boddie, S., A transaction log analysis of a digital library // International Journal on Digital Libraries. – Nr. 3. - 2000.
85. Juan, T., Sterling, L., A Meta-model for Intelligent Adaptive Multi-Agent Systems in Open Environments // Proceedings of the Second International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, AAMAS 03. - Melbourne, 2003. – 1024.-1025. lpp.
86. Kassem, G., Schult, R., ERP self-adaptive customizing // In: 2008 International Conference on Information & Communication Technologies:from Theory to Applications, ICTTA '08 . Damascus, 2008. – 1.-5. lpp. - doi: 10.1109/ICTTA.2008.4530374.
87. Keeble, R., Macredie, R.D., Assistant agents for the world wide web intelligent interface design challenges // Interacting with Computers. – Nr. 12(4). – 2000. – 357.-381. lpp.
88. Kell, S., A Survey of Practical Software Adaptation Techniques // UCS. – Nr. 14(13). – 2008. – 2110.-2157. lpp.
89. Khomyakov, M.; Bider, I., Achieving Workflow Flexibility through Taming the Chaos // Journal of Conceptual Modeling. - 2001.
90. Klaus, H., Rosemann, M., Gable, G.G., What is ERP? // Information Systems Frontiers. - Nr. 2(2). – 2000. -141.-162. lpp.
91. Klann, M., Eisenhauer, M., Oppermann, R. and Wulf, V. , Shared initiative:Cross-fertilisation between system adaptivity and adaptability // In: Proceedings of the Tenth International Conference on Human-Computer Interaction. – 2003. – 562.-566. lpp.

92. Klein, M., Dellarocas, C., and Bernstein, A. Towards Adaptive Workflow Systems // CSCW-98 Workshop, Proceedings. - Seattle, Washington, 1998.
93. Kobsa, A., Personalized Hypermedia and International Privacy // Communications of the ACM. – Nr. 45(5). – 2002. – 64.-67. lpp.
94. Koch, N., Software engineering for adaptive hypermedia systems: reference model, modeling techniques and development process // Ph.D. Thesis. - Ludwig-Maximilians-University of Munich, 2000.
95. Krastiņš, O., Statistika un ekonometrija : mācību grāmata augstskolām. - Latvijas Republikas Centrālā statistikas pārvalde, Rīga, 1998.
96. Kumar, K., Hillsgersberg, J. V., ERP experiences and evolution // Communications of the ACM. – Nr. 43(4). – 2000. – 23.-26. lpp.
97. Lachner, J., et al., Challenges toward User-centric Multimedia // Proc. 2nd International Workshop on Semantic Media Adaptation and Personalization (SMAP 2007). - London, UK, 2007.
98. Lambeck, C., Kammer, D., Weyprecht, P., Groh, R., Bridging the gap: advances in interaction design for enterprise applications in production scenarios // In: Proceedings of the Conference on Advanced Visual Interfaces. – 2012.
99. Lambeck, C. Leyh, C., Defizite und Potentiale im Bereich der Usability betriebswirtschaftlicher Anwendungen in Kleinst-, Klein- und Mittelständischen Unternehmen am Beispiel des Freistaats Sachsen // GITO , Braunschweig. – 2012. – 109.-120. lpp.
100. Laxman, S., Sastry, P.S., A survey of temporal data mining // Sadhana. - Nr. 31(2). -2006.
101. Lavie, T., Meyer, J., Benefits and costs of adaptive user interfaces // International Journal of Human-Computer Studies. – Nr. 68(8). – 2010. – 508.-524. lpp.
102. Lazarinis, F., Vilares, J. and Efthimiadis, E.N., Current research issues and trends in non-English Web searching // Information Retrieval. – Nr. 12 (3). - 2009.
103. Lawrence, P. (editor). Workflow Handbook 1997. Workflow Management Coalition. - John Wiley and Sons, New York, 1997.
104. Lee, K., et al., Adaptive Workflow Processing and Execution in Pegasus // In GPC-WORKSHOPS '08, Proceedings of the 2008 The 3rd International Conference on Grid and Pervasive Computing – Workshops. - IEEE Computer Society Washington, DC, USA , 2008, - 99.-106. lpp.
105. Lehmann, G., et al., Meta-modeling Runtime Models // in Proc. MoDELS Workshops. 2010. – 209.-223. lpp.

106. Leshed, G., Haber, E.M., Matthews, T., Lau, T., Coscripiter: automating & sharing how-to knowledge in the enterprise // In CHI '08: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems. – ACM, New York, NY, USA, 2008. – 1719.-1728. lpp.
107. Lewis, J. R., Sample sizes for usability studies: Additional considerations // Human Factors. – Nr. 36. – 1994. – 368.-378. lpp.
108. Lewis, J. R., Usability testing // In G. Salvendy (ed.), Handbook of Human Factors and Ergonomics. - Hoboken, NJ: John Wiley, 2006. – 1275.-1316. lpp.
109. Linton, F., Schaefer, H.P., Recommender systems for learning: Building user and expert models through long-term observation of application use // User Modeling and User-Adapted Interaction. – Nr. 10(23). – 2000. – 181.-208. lpp.
110. Liu, H., Keselj, V., Combined mining of Web server logs and web contents for classifying user navigation patterns and predicting users' future requests // Data and Knowledge Engineering. –Nr. 6. – 2007. – 304.-330. lpp.
111. Lu, R., Sadiq, S., Governatori, G., Yang, X., Defining adaptation constraints for business process variants // In Proc. of BIS. – 2009. – 145.-156. lpp.
112. Lucas, W. and Babaian, T., Implementing Design Principles for Collaborative ERP Systems // In Proceedings of the 7th international conference on Design Science Research in Information Systems: advances in theory and practice (DESRIST'12), Lecture Notes in Computer Science. - Springer-Verlag, 2012. – 423.-438. lpp.
113. Lucas, W. and Babaian, T. Reasoning for Intelligent System-User Interactions with Enterprise Resource Planning Systems // In the IJCAI 2009 Workshop on Intelligence and Interaction. - 2009.
114. Maglio, P. P., Campbell, C. S., Barrett, R., Selker, T., An architecture for developing attentive information systems // Knowledge-Based Systems. – Nr. 14. – 2001. – 103.-110. lpp.
115. Mărușter, L., Beast, N.R.T.P., Redesigning business processes: a methodology based on simulation and process mining techniques // Knowledge and Information Systems. – Nr. 21(3). -2009.
116. Maruster, L., Weijters, A.J.M.M., Van der Aalst, W.M.P., Van den Bosch, A., A Rule – Based Approach for Process Discovery: Dealing with Noise and Imbalance in Process Logs // Data Mining and Knowledge Discovery. – Nr. 13. – 2006. - 67.-87. lpp.
117. Matera M., Rizzo F., Carughi G. T., Web Usability: Principles and Evaluation Methods. // Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano. - Milano, Italy

118. Matthews, D., Usability as an ERP Selection Criteria. – 2008. – Internets - <http://ifs.datahost.com/shop/images/wp-usability.pdf>. Resurss aprakstīts 19.08.2012.
119. Mckinley, P. K., et al., Composing Adaptive Software // IEEE Computer. –Nr. 37(7). - 2004. – 56.-64. lpp.
120. McQueen C., Usability for Web Applications // Report Paper. - Sage Information Consultants Inc., 2009. – Internets. - <http://www.docstoc.com/docs/3630786/Usability-for-Web-Applications>. Resurss aprakstīts 08.02.2013.
121. Medeiros, A.K.A. de, Weijters, A.J.M.M., Van der Aalst, W.M.P., Genetic process mining: an experimental evaluation // Data Mining and Knowledge Discovery. – Nr. 14. 2007. – 245.-304. lpp.
122. Microsoft Dynamics AX. – Internets. - <http://www.microsoft.com/en-us/dynamics/erp-ax-overview.aspx>. Resurss aprakstīts 15.01.2012.
123. Milliken, G., A., Johnson, D., E., Analysis of Messy Data Volume 1: Designed Experiments, Second Edition. -Chapman and Hall/CRC, 2004. - 24.-27. lpp.
124. Mingers, J., Combining IS research methods: towards a pluralist methodology // Information Systems Research. – Nr. 12(3). – 2001. – 240.-259. lpp.
125. Motahari-Nezhad, H., R., Bartolini, C., Next best step and expert recommendation for collaborative processes in IT service management // Proceedings of the 9th international conference on Business process management (BPM'11). - Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2011. – 50.-61. lpp.
126. Nethercote, N., Stuckey, P.J., Becket, R., Brand, S., Duck, G.J. and Tack, G., MiniZinc: Towards a standard CP modelling language // In CP, LNCS. – Nr. 4741., – 2007. – 529.–543. lpp.
127. Niehaves, B., Epistemological Perspectives on Multi-Method Information Systems Research // ECIS 2005 Proceedings. - Paper 120. – Internets – <http://is2.lse.ac.uk/asp/aspecis/20050138.pdf>. Resurss aprakstīts 15.04.2013.
128. Nielsen, J., Usability Engineering. Academic press, San Diego, CA, 1993.
129. Nielsen, J., Heuristic evaluation // In J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), Usability inspection methods. - New York: Wiley, 1994. – 25.–62. lpp.
130. Object Management Group, Object constraint language specification version 2.3.1. - OMG, 2012.
131. Oja, M.K. & Lucas, W. , Evaluating the Usability of ERP Systems: What Can Critical Incidents Tell Us? // In Pre-ICIS Workshop on Enterprise Systems Research - in MIS, 2010.

- 132.Otter, T., Case study: Ness combines consumer application ease of use with erp robustness. – Gartner, 2008.
- 133.Ozen, C., Basoglu, N., Impact of man-machine interaction factors on enterprise resource planning (ERP) software design // In: Proceedings of Portland International Conference for Management of Engineering and Technology'06. – 2006. – 2335.-2341. lpp.
- 134.Pangoli, S. and Paterno, F., Automatic Generation of Task-Oriented Help // Proc.ACM Symp. User Interfaces Software and Technology. - Pittsburgh: ACM Press, 1995. - 181.-187. lpp.
- 135.Park, K. S., & Lim, C. H., A structured methodology for comparative evaluation of user interface design using usability criteria and measures // International Journal of Industrial Ergonomics. – Nr. 23. – 1999. – 379.–389. lpp.
- 136.Perrow, C., Organizational Prestige, Some Functions and Dysfunctions // American Journal of Sociology. – Nr. 66. – 1961. – 854.-857. lpp.
- 137.Pesic, M. and Aalst, W.M.P. van der, A declarative approach for flexible business processes // In J.Eder and S.Dustdar, (eds.), Business Process Management Workshops, Workshop on Dynamic Process Management (DPM 2006),LNCS. – Nr.4103. - Springer-Verlag, Berlin, 2006. – 169.-180. lpp.
- 138.Pesic, M., Schonenberg, M.H., Sidorova, N., Aalst, W.M.P. van der, Constraint based workflow models: Change made easy // In Proc. of OTM Confederated International Conferences 2007. – 2007. – 77.-94. lpp.
- 139.Porter, M.E., The Five Competitive Forces That Shape Strategy // Harvard business Review. - January 2008.
- 140.Rastrigin, L.A., Adaptation of complex systems. Methods and applications, (Adaptatsiya slozhnykh sistem. Metody i prilozheniya), (Russian). - Akademiya Nauk Latvijas SSR. Institut Elektroniki i Vychislitelnoj Tehniki. Riga: "Zinatne", 1981.
141. Rathinakumar, A., Implementation Issues In ERP // ICSTM. – 2000. – 63.-70. lpp.
- 142.Rauterberg, G., W., M., USERfil Tools: Direct Observation // Lecture notes. – Internets: <http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotesUFTdirectobservation.pdf/>. Resurss aprakstīts 29.11.2012.
- 143.Regev, G., Wegmann, A., Regulation Based Linking of Strategic Goals and Business Processes // Proceedings of the 3rd Workshop on Goal-Oriented Business Process Modeling. – 2002.
- 144.Respect IT, A KAOS Tutorial. – Objectiver, 2007.

- 145.Rinderle, S., Reichert, M., Dadam, P., Flexible Support of Team Processes by Adaptive Workflow Systems // Distributed and Parallel Databases. – Nr. 16(1). – 2004. – 91.-116. lpp.
- 146.Riss, U.V., Schmidt, B., Stoitsev, T., Task Patterns in Collaborative Semantic Task Management as Means of Corporate Experience Preservation // Lange, C., Reutelshofer, J. (eds.), In Workshop on Knowledge and Experience Management (Wissens- und Erfahrungsmanagement). – 2009. - 40.-47. lpp.
- 147.Rothrock, L., Koubek, R., Fuchs, F., Haas, M., Salvendy, G., Review and reappraisal of adaptive interfaces: toward biologically inspired paradigms // Theoretical Issues in Ergonomics Science. – Nr. 6(2). - 2002. – 157.–172. lpp.
- 148.Rozinat, A., Mans, R.S., Song, M. and Aalst, W.M.P, Discovering colored Petri nets from event logs // International Journal on Software Tools for Technology Transfer (STTT). – Nr. 10 (1). - 2008.
- 149.Rubin, J., Chisnell, D., Handbook of Usability Testing, Second Edition: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests. - Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana, 2008.
- 150.Rychkova, I., Regev, I., Wegmann, A., Using declarative specifications in business process design // International Journal of Computer Science and Applications. – Nr. 5(3). – 2008. – 45.-68. lpp.
- 151.Sackmann, S., Strücker, J., and Accorsi, R., Personalization in Privacy-Aware Highly Dynamic Systems // Communications of the ACM. – Nr. 49(9). – 2006. – 32.-38. lpp.
- 152.Sadat-Mohtasham, S.H., Ghorbani, A.A., A Language for High-level Description of Adaptive Web Systems // Journal of Systems and Software. – Nr. 81(7). – 2008. – 1196.-1217. lpp.
- 153.Shackel, B., Human factors and usability // In J. Preece and L. Keller (Eds.), Human-Computer Interaction. - Hemel Hempstead, UK: Prentice Hall International, 1990. – 27.-41. lpp.
- 154.Shackel, B., Usability – context, framework, design and evaluation // In Chackel, B., Richardson, S. (eds.). Human Factors for Informatics Usability. - Cambridge University Press, Cambridge, 1991. – 21.-38. lpp.
- 155.Shao, J., Pound, C.J., Extracting Business Rules from Information Systems // BT Technology Journal. – Nr. 17(4). – 1999.
- 156.Singh, A. and Wesson, J., Improving the Usability of ERP Systems through the Application of Adaptive User Interfaces // In Proc. ICEIS (4). – 2009. – 208.-214. lpp.

- 157.Smeaton, A.F., Callan, J., Personalisation and resommender systems in digital libraries // International Journal on Digital Libraries. – Nr. 5(4). – 2005.
- 158.Sousa, K.S., Mendonça, H., and Vanderdonckt, J., A Model-Driven Approach to Align Business Processes with User Interfaces // In Proceedings of J. UCS. – 2008. – 3236.-3249. lpp.
- 159.Srivastava, J., Cooley, R., Deshpande, M., Tan, P., Web usage mining: discovery and applications of usage patterns from Web data // SIGKDD Explorations. – Nr. 1(2). - 2000.
- 160.Straub, D.W., Gefen, D. and Boudreau, M.C., Quantitative Research // In Research in Information Systems: A Handbook for Research Supervisors and Their Students, D. Avison and J. Pries-Heje (Ed.). - Elsevier, Amsterdam, 2005. – 221.-238. lpp.
- 161.Strong, D., M. and Miller, S., M., Exceptions and exception handling in computerized information processes // ACM Transactions on Information Systems. – Nr. 13(2). – 1995. – 206.-233. lpp.
- 162.SUMI, The de facto industry standard evaluation questionnaire for assessing quality of use of software by end users. – Internets - <http://sumi.ucc.ie/>. Resurss aprakstīts 05.01.2013.
- 163.Symeonidis, A. L., Kehagias, D. D., Mitkas, P. A., Intelligent policy recommendations on enterprise resource planning by the use of agent technology and data mining techniques // Expert Systems With Applications. – Nr. 25(4). - 2003. – 589.-602. lpp.
- 164.Szajna, B., & Scamell, R. W., The effects of information system expectations on their performance and perceptions // MIS Quarterly. – Nr. 17. – 1993. – 493.–516. lpp.
- 165.Šūpulniece I. Conceptual Aspects of User-Oriented Adaptive Systems // Proceedings Of The IADIS International Conference Information Systems 2012, Vācija, Berlīne, 10.-12. marts, 2012. - 116.-124. lpp.
- 166.Šūpulniece I., Bušinska L., Kirikova M., Towards Extending BPMN with the Knowledge Dimension // Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling, Tunisija, Hammamet, 7.-8. jūnijs, 2010. - 69.-81. lpp.
- 167.Šūpulniece, I., Grabis, J., Discovery of personalized information systems usage patterns // In Proceedings of ICIST – 2010. – 25.-32. lpp.
- 168.Šūpulniece I., Grabis J. Modeling of User Adaptive Enterprise Applications // 14th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2012) , Polija, Vroclava, 28.jūnijs - 1. jūlijs, 2012. - 108.-111. lpp.

- 169.Šūpulniece, I., Grabis, J., User Modelling Driven Adaptive Enterprise Applications // In Proc. of 5th International Conference on Enterprise Systems, Accounting and Logistics (5h ICESAL '08). – 2008.
- 170.Šūpulniece I., Grabis J., User Oriented Process Adaptation in Enterprise Applications // Proceedings of User Oriented Information Integration 2011 (UOII 2011) workshop, Riga. - 2011.
- 171.Taylor-Powell, E. and Steele, S., Collecting Evaluation Data: Direct Observation. - Madison, WI: University of Wisconsin Extension, 1996. – Internets – <http://www.pages.drexel.edu/~rosenl/CollectingObservDataProgrEval.pdf>
- 172.Topi, H., Lucas, W., Babaian, T., Identifying usability issues with an ERP implementation // In Proc. of ICEIS 2005. – 2005. - 128.-133. lpp.
- 173.Trapp, M., and Schurmann, B., On the Modeling of Adaptive Systems // In Intl. Workshop on Dependable Embedded Systems, Italy. – 2003.
- 174.Treiblmaier, H., Pollach, I., Users' Perceptions of Benefits and Costs of Personalization // ICIS 2007 Proceedings. Paper 141. – 2007. – Internets - <http://aisel.aisnet.org/icis2007/141>
- 175.Tsytkin, Y.Z., Adaptation and Learning in Automatic Systems. - New York: Academic, 1971.
- 176.Vagale, V., Niedrīte, L., E-learning System Individualization for Intellectual Ability Measurement // Local Proceedings of Perspectives in Business Informatics Research, 10th International Conference, BIR 2011, Associated Workshops and DC, Riga, Latvia. 2011.
- 177.Virzi, R. A., Streamlining the design process: Running fewer subjects // InHuman Factors and Ergonomics Society 34th Annual Meeting. - Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 1990. – 291.–294. lpp.
- 178.Virzi, R.A., Refining the test phase of usability evaluation: How many subjects is enough? // Human Factors. – Nr. 34. – 1992. – 457.-468. lpp.
- 179.Wang, F.H., Shao, H.M., Effective personalized recommendation based on time-framed navigation clustering and association mining // Expert Systems with Applications. – Nr. 27. – 2004. - 365.-377. lpp.
- 180.Wang, F.H., Thao, S.M., A study on personalized Web browsing recommendation based on data mining and collaborative filtering technology // Proceedings of national computer symposium, Taiwan. – 2003. – 18.-25. lpp.

181. Weber, B., Rinderle, S., Reichert, M., Change patterns and changes support features in process-aware information systems // Krogstie, J., Opdahl, A.L., Sindre, G. (Eds.): CAiSE 2007, LNCS. – Nr. 4495. – 2007. – 574.-588. lpp.
182. Weber, B., van Dongen, B.F., Pesic, M., Guenther, C.W., Aalst, W.M.P. van der, Supporting flexible processes through recommendations based on history // Eindhoven University of Technology Eindhoven, BETA Working Paper Series. – 2007.
183. Weidlich, M. and Weske, M., Structural and behavioural commonalities of process variants // In Proc. of ZEUS'10, Berlin, Germany, CEUR. – Nr. 563. – 2010. – 41.-48. lpp.
184. Wen, L., Van der Aalst, W.M.P., Wang, J., Sun, J., Mining process models with non-free-choice constructs // Data Mining and Knowledge Discovery. Nr. 15. – 2007. – 145.-180. lpp.
185. Werbos, P.J., Building and understanding adaptive systems: a statistical/numerical approach to factory automation and brain research // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – Nr. 17. – 1987. – 7.-20. lpp.
186. Weyns, D., & Ahmad, T., Claims and Evidence for Architecture-Based Self-Adaptation: A Systematic Literature Review // European Conference on Software Architecture, ECSA. – 2013. – 249.-265. lpp.
187. Weyns, D., Malek, S., Andersson, J., FORMS: Unifying Reference Model for Formal Specification of Distributed Self-Adaptive Systems // ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems, TAAS, - Nr. 7(1). – 2012.
188. Wright, P., & Monk, A., A cost-effective evaluation method for use by designers // International Journal of Man–Machine Studies. – Nr. 35. – 1991. – 891.–912. lpp.
189. Новиков Д.А. Модели адаптации команд / Управление большими системами. Выпуск 20. М.: ИПУ РАН, 2008. С. 57-76.