

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte
Lietišķo datorsistēmu institūts

Jekaterina BULE
Datorsistēmas programmas doktorante

**MODEĻU KOPA ADAPTĪVĀS
DATORIZĒTĀS MĀCĪŠANĀS
PĀRVALDĪBAI**

Promocijas darbs

Zinātniskais vadītājs
Dr.sc.ing., profesore
L. ZAICEVA

Rīga

ANOTĀCIJA

MODEĻU KOPA ADAPTĪVĀS DATORIZĒTĀS MĀCĪŠANĀS PĀRVALDĪBAI

Promocijas darbs veltīts adaptīvu datorizētās mācīšanās sistēmu izpētei un analīzei, kā arī to projektēšanas un izveides vispārīgo principu izstrādei, balstoties uz studenta modeli un adaptīvās mācīšanās organizēšanas metodēm.

Galvenā uzmanība pievērsta šādu uzdevumu risināšanai: datorizētās mācīšanās sistēmu un adaptācijas metožu pētīšana; balstoties uz mācīšanās procesa analīzi, modeļu kopas noteikšana, kura ir nepieciešama adaptīvā dialoga nodrošināšanai starp studentu un mācīšanās sistēmu; mācību vielas modeļa izstrāde, ievērojot mācību objektu atkārtotās lietošanas iespējas; eksperta modeļa sastādīšana programmēšanas inženiera specialitātei; studenta modeļa izstrāde, kas ļauj nodrošināt dažādus adaptivitātes līmeņus; adaptivitātes un adaptējamības problēmas pētīšana; adaptīvās mācīšanās algoritma izstrāde; adaptīvā e-mācīšanās kursa izveide un tā lietošanas efektivitātes novērtēšana.

Promocijas darbs sastāv no piecām nodaļām un nobeiguma. Pirmajā nodaļā (ievads) aprakstīta tēmas aktualitāte, formulēts darba mērķis un uzdevumi.

Otrajā nodaļā izpētīts datorizētās mācīšanās process, dota datorizētās mācīšanās sistēmu klasifikācija pēc vairākiem kritērijiem, kā arī izskatīts datorizētās mācīšanās modelis.

Trešā nodaļa satur datorizētās mācīšanās sistēmu modeļu pētījumu rezultātus: parādīta modeļu savstarpējā mijiedarbība, izskatīti priekšmeta modeļu attēlošanas veidi, izstrādāti mācību objektu modeļi, izveidots eksperta modelis programmēšanas inženierim, dota studenta modeļu klasifikācija un apraksti, kā arī izveidots studenta modelis adaptīvai mācīšanai.

Ceturtnā nodaļa veltīta adaptīvās e-kursa mācīšanās metožu izpētei, ir izskatīti e-kursa mācīšanās pamatprincipi, aprakstītas adaptivitātes un adaptējamības nodrošināšanas problēmas, dots adaptīvās e-kursa mācīšanās algoritms, kas balstās uz studenta modeli.

Piektajā nodaļā ir parādīta adaptīvo e-mācīšanās kursu izstrāde un to lietošana mācību procesā, kā arī novērtēta e-kursu lietošanas efektivitāte, izmantojot divas matemātiskās statistikas metodes, un ievērojot studentu aptaujas rezultātus.

Darbā: 197 lpp. teksta, 43 attēli, 33 tabulas un 182 bibliogrāfijas avoti.

ANNOTATION

MODELS FOR ADAPTIVE COMPUTER-BASED LEARNING MANAGEMENT

The promotion work describes e-learning systems research results and analysis as well as shows the main principles of its design and development considering student model and adaptive e-learning methods.

The main topics of the work are as follows: research of e-learning systems and adaptive e-learning methods; definition of the set of the models for ensuring adaptive dialog between student and e-learning system taking into account the analysis results of learning process; development of a teaching material model regarding learning objects re-usable features; construction of an expert model for programming engineer; formation of a student model that allows to ensure different levels of adaptation; research of adaptivity and adaptability problems; development of an adaptive e-learning algorithm; creating an adaptive e-learning course and evaluation of its using efficiency.

The promotion work consists of five chapters and conclusions. The first chapter (Introduction) describes the topic actuality as well formulates the goal and tasks of the work.

The second chapter outlines the research results of e-learning process, gives the classification of the existing e-learning systems after several criteria and reviews the e-learning model.

The third chapter includes the study results of the e-learning systems models: shown the interconnection of the models, examined the representation forms of the teaching material model, made learning objects models, constructed expert model for programming engineer, given student models classification and description, as well as developed the student model for adaptive e-learning.

The fourth chapter is dedicated to the investigations of the adaptive e-course learning methods, outlines the main e-course learning principles, reviews the problems of adaptivity and adaptability ensuring, describes the adaptive e-course learning algorithm that considers student model.

The fifth chapter shows the development of adaptive e-learning courses and their using in teaching process, as well evaluates e-courses using with two mathematical statistics methods and reviewing students opinions.

The work includes 197 pages, 43 figures, 33 table and 182 references.

APZĪMĒJUMI UN SAĪSINĀJUMI

Apzīmējums	Paskaidrojums
AM	Apmācības metode (faktors)
A_{moi}	Objektu un saišu kopa
Atk	Atkārtotāšanas reizes (Studenta modelis, komponents – tekošais darbs)
$\bar{A}tr$	MO apgūšanas/izpildes laiks
Atz	Atzīme
AV	Apkārtējās vides stāvokļi
DM	Datorizētā mācīšanās
DMS	Datorizētās mācīšanās sistēma
F	Fakultāte
G(V, S)	Priekšmeta modeļa grafs
G_UZD	Pamatuzdevums
GALV	Pamata MOI (MOI-GALV)
GL	Tēmas grūtības līmenis
I	Hiperteksta informācijas sastāvdaļa
I_UZD	Individualizēts uzdevums
IA	Informācijas avoti
ID	Tēmas identifikators
i_{mo}	MO saturs
IP	Iemaņas un prasmes
ISS	Īss komentārs ar paskaidrojumu sniegtajai atbildei
J	Uzdevums/jautājums
KD	Kļūdu skaits
KOMENT	Komentārs atbildei un/vai uzdevumam
KOREKT	Īss atbildes pareizību norādošs komentārs
L	Tēmas apgūšanas laiks
M	Mērķi (mācībspēka norādītie)
M_{am}	Apmācības metode (modeļa komponents)
Mekl	Meklēšanas iespējas izmantošana
M_{eks}	Eksperta/zināšanu modelis
MI	Mācību informācija
MK	Mācību kurss
MO	Mācību objekts
$MO = \{mo_1, mo_2,$	Mācību objektu kopa

..., mo _n }	
MO_ID	MO identifikators
MOI	Mācību objekts-informācija
MOU	Mācību objekts-uzdevums
MP	Mācību programma
M _{pap}	Papildus parametri
M _{pī}	Studenta psiholoģiskās īpašības
MS	Mācīšanās stratēģija
MSk	Mēģinājumu skaits
M _{sl}	Sagatavotības līmenis
M _{st}	Studenta modelis
M _{td}	Tekošais darbs ar kursu
MV	Mācību viela
MVeids	Mācīšanās veids
MVT	Mācību vielas tezaurs
M _{vi}	Vispārējā informācija par studentu
N	Tēmas nozīmība konkrētai specialitātei
O	Darba orientācija
P_ID	Programmas (mācību) identifikators
Pask	Paskaidrojumu izmantošanas reizes
PASK, PASK2, PASK3	Dažādas detalizācijas pakāpes paskaidrojumi MOI-GALV
PI	Eksperta psiholoģiskās īpašības
PIEM	Piemērs, kas attēlo MOI-GALV lietošanu
Piem	Piemēru izmantošanas reizes
PILNS	Detalizēts komentārs ar paskaidrojumu sniegtajai atbildei
PS	Pieredze darbā ar datoru
PU	Praktiskais uzdevums
Q	Priekšmeta galvenās tēmas un problēmas
q _{mo}	MO galvenās tēmas un problēmas
R = {r ₁ , r ₂ , ..., r _m }	Saites starp mācību objektiem
R ₁ , R ₂	Ārējie un iekšējie resursi (atbilstoši)
Rangs	Studenta rangs
S	Mācību objektu alfabēta (vai hronoloģiskā) vārdnīca
S = {s ₁ , s ₂ , s ₃ , s ₄ }	Priekšmeta modeļa grafa virsotņu saites

S_ID	Specialitātes identifikators
s _{mo}	MO metadatni
Spec	Specialitāte
St ₁ , St ₂ , St ₃	Studenta stāvokļi
T	Priekšmeta tezaurs
Teor	Mācīšanās informācijas kvants, teorija
t _{mo}	Mācību objekta tezaurs
UG	Uzdevuma grūtība
UT	Informācijas uztveres tips
UZD	Uzdevums (uzdevuma teksts)
$V = \{V_1, V_2, \dots, V_i\}$	Priekšmeta modeļa grafa virsotnes
Z	Zināšanas par priekšmetu
ZB	Zināšanu bāze
ZP	Zināšanu pārbaude

SATURS

1. IEVADS	9
1.1. Tēmas aktualitāte	9
1.2. Darba mērķis un uzdevumi	12
1.3. Pētījuma metodika, zinātniskā novitāte, darba praktiskā nozīme	13
2. DATORIZĒTĀS MĀCĪŠANĀS PROCESS	18
2.1. Datorizētā mācīšana mūsdienās	18
2.2. Datorizētās mācīšanās sistēmu klasifikācija	21
2.2.1. Datorizētās apmācības sistēmu funkcionālā nozīme	22
2.2.2. Atgriezeniskas saites organizēšana mācību procesā	27
2.2.3. Lietotāju kategorijas	29
2.2.4. Kurša adaptīvās mācīšanās nodrošināšana	31
2.3. Datorizētās mācīšanās modelis	33
2.4. Otrās nodaļas secinājumi	35
3. MODEĻI DATORIZĒTĀS MĀCĪŠANĀS SISTĒMĀS	37
3.1. Modeļi mācīšanās sistēmās	37
3.2. Priekšmeta modelis	38
3.2.1. Priekšmeta un tēmu modeļi	38
3.2.2. Mācību objektu modeļi	45
3.2.3. Priekšmeta modeļu attēlošanas veidi	48
3.3. Eksperta modelis	52
3.3.1. Eksperta modeļa apraksts	54
3.3.2. Programmēšanas inženiera modelis	55
3.4. Studenta modeļi datorizētās mācīšanas sistēmās	63
3.4.1. Studenta modeļu klasifikācija	63
3.4.2. Studenta modeļu apraksts	65
3.4.3. Studenta modeļu salīdzinošā analīze	69
3.5. Studenta modelis adaptīvai mācīšanai	72
3.6. Trešās nodaļas secinājumi	82
4. KURSA MĀCĪŠANAS ADAPTĪVĀS METODEDES	84
4.1. Kurša mācīšanās pamatprincipi	84
4.2. Adaptivitātes nodrošināšana	85

4.3. Adaptējamības nodrošināšana	94
4.4. Ceturtās nodaļas secinājumi	96
5. MĀCĪŠANĀS KURSU IZSTRĀDE UN LIETOŠANA	97
5.1. Adaptīva e-mācīšanās kursa izstrāde	97
5.2. Datorizētās mācīšanās sistēma e-kursu izvietošanai	99
5.3. E-mācīšanās kursu lietošana mācību procesā	107
5.4. Kursu lietošanas efektivitātes novērtēšana	109
5.4.1. Kurss efektivitātes lietošanas novērtēšanas metodes	109
5.4.2. E-kursu efektivitātes novērtēšanas rezultāti	111
5.4.3. Studentu anketēšanas rezultāti	115
5.5. Piektās nodaļas secinājumi	117
NOBEIGUMS	118
BIBLIOGRĀFISKAIS SARAKSTS	120
PIELIKUMI.....	134
1. pielikums. Izpētīto sistēmu saraksts	135
2. pielikums. Darba devēju anketa	141
3. pielikums. Darba devēju atbilžu koptabulas	146
4. pielikums. Kurss „Programmatūras implementēšana”	169
5. pielikums. Studentu anketa	193
6. pielikums. Atsauksme par elektroniskās mācību grāmatas lietošanu	194
7. pielikums. Ukrainas Zinātņu akadēmijas Kibernētikas institūta starptautiskā pētniecības un apmācības centra rekomendācija	196

1. IEVADS

1.1. Tēmas aktualitāte

Mūsdienās, attīstoties jaunām tehnoloģijām un virzieniem visdažādākajās nozarēs, augsti kvalificētu speciālistu sagatavošana, profesionālā pārorientēšanās un citi izglītības veidi, kā arī to nodrošināšanas efektivitāte ir aktuālākās problēmas [4, 34, 63, 67, 80, 85, 96]. Eiropas un visas pasaules darba tirgū ir pieprasīti galvenokārt izglītotie cilvēki, tāpēc arī strauji pieaug apmācības nozīme cilvēka dzīvē. Tādēļ palielinās arī nepieciešamība pārejai pie progresīviem mācīšanas veidiem, kas dod iespēju uzlabot zināšanu, iemaņu un prasmju iegūšanas procesu, lietojot modernās tehnoloģijas. Šī iemesla dēļ attīstās tādi apmācības paveidi, kā tālmācība, mūžizglītība, e-mācīšanās un citi [3, 8, 48, 61, 71, 108 u.c.].

Lietojot multimedija un tīmekļa tehnoloģijas mācību procesa organizēšanai, rodas iespēja apmierināt standartos iekļautās prasības e-mācīšanās sistēmu izstrādei [50]. Pateicoties modernām tehnoloģijām, ir iespējams izstrādāt tādus datorizētās mācīšanās kursus, kur būtu lietderīgi izmantoti visi vajadzīgi un rīcībā esošie resursi. Pie tam tāda kursa ievietošana tīmeklī dos iespēju jebkuram cilvēkam iegūt nepieciešamas zināšanas, prasmes un iemaņas kādā noteiktā iepriekš izvēlēta zinātnes virzienā vai darbības sfērā.

Pēdējos gados vairākās augstākās izglītības iestādēs tiek izstrādātas un plaši izmantotas dažādas datorizētās mācīšanās programmas un sistēmas, kuras ļauj optimizēt vairākas mācību procesa organizēšanas stratēģijas [51, 52, 59, 68, 106, 121, 182]. Viena no galvenajām e-mācīšanās sistēmu priekšrocībām ir tāda, kā tās ir pieejamas jebkurā laikā jebkurā vietā, kur ir piekļuve globālajam tīmeklim, studentam nav obligāti (ja tas nav noteikts kursa apgūšanas stratēģijā) jāatrodas kādā konkrētajā vietā un laikā. Pie tam dažādas multimedija un tīmekļa tehnoloģiju iespējas un elementi paaugstina vēlmi strādāt ar programmu.

Toties datorizētā mācīšanās kursa izveide nav tik viegls process, kā parāda pasaules izplatītāko sistēmu jeb čaulu [11, 82, 128, 130 u.c.] izstrādātāji. Šādas čaulas dod iespēju izvietot informatīvos materiālus jebkādā formātā, kā arī dažās no tām ir realizēta zināšanu pārbaude. Bet tādām sistēmām ir vairāki trūkumi:

- nav iespējams strukturēt materiālus – tiek ievietota vienkārši dažāda formāta informācija (dokumenti, prezentācijas, utt.), dažas čaulas piedāvā sadalījumu pa datumiem/nodarbībām, toties tādā gadījumā tas nav viens kurss, bet atsevišķi moduļi;
- visiem studentiem neatkarīgi no sagatavotības līmeņa un citām īpašībām tiek rādīta viena un tā pati informācija, līdz ar to nav nodrošināts adaptīvs dialogs starp studentu

un sistēmu kursa mācīšanās laikā, kas ir viena no pamatprasībām datorizētās apmācības sistēmām;

- zināšanu pārbaudei ir realizēti lielākoties tikai daudzkārtīgās izvēles (multiple choice) vai vārda ierakstīšanas jautājumi, kas studentiem tiek piedāvāti parasta testa veidā;
- nav iekļauts zināšanu pārbaudes organizēšanas un/vai vērtēšanas algoritms.

Respektīvi tādas čaulas ļauj izvietot informāciju vienā vietā, bet ne organizēt tieši apmācības procesu. Tās var būt izmantotas kā lietderīgu materiālu serveris, kā satura vadības sistēma, kas ir paredzēta mācību vielas apkopošanai nevis mācīšanas sistēma.

Mācīšanās kursu izstrādes laikā ir jāpievērš uzmanība ne tikai informācijas izvietojuma jautājumam, bet arī ne mazāk svarīgi mācīšanas procesa nodrošināšanas problēmai. Kurša apgušanas efektivitāte ir atkarīga no tā, kā tas ir organizēts. Datorizētās apmācības sistēmai jārikojas tuvu mācībspēkam, reālajiem apstākļiem, kad tiek ņemti vērā vairāki faktori. Ja tas netiek darīts, īpašs labums no moderno tehnoloģiju izmantošanas nebūs un tāds kurss nebūs lietderīgs un efektīvs.

Parasti, kad runa ir par mācīšanās procesa nodrošināšanu, tad uzreiz rodas asociācijas ar sistēmas administrēšanu – lietotāju identificēšanu (kas studenta gadījumā ietver sevī arī ziņas par kursu un grupu), pieejas tiesību piešķiršanu u.tml. Toties sistēmas administrēšana attiecas tieši uz sistēmas darbību nevis uz kursa mācīšanas organizēšanu.

Efektīvu datorizēto kursu izstrādes laikā jāpievērš uzmanība tā strukturēšanai, kas nodrošina labāku informācijas uztveri. Bet šeit arī ir dažas problēmas. Viena no tām rodas gadījumā, ja kurss ir secīgs, t.i., tiek palaista programma un visa esošā informācija tiek sniegta secīgi bez jebkādas izvēles un apmācāmais nevar atkārtoti izlasīt mācību vielu vai aplūkot piemērus. Dažreiz ir paredzēta iespēja atgriezties uz iepriekšējām nodarbībām, bet nav zināms cik ilgi būs jāsoļo atpakaļ. Sistēmām ar izvēlnēm – tematu sarakstiem, arī savi trūkumi. Piemēram, students var aizskriet tālu uz priekšu, palaižot garām un neapgūstot vairākas tēmas, “spēlējoties” ar kontroles uzdevumiem. Ja students izpilda pārbaudes uzdevumus par tematu, kuram ir vajadzīgas pamatu zināšanas, bet to nav, tad tikai dažos gadījumos tas var dot sekmīgus rezultātus. Un pat ja tests vai cits uzdevums bija pareizi izpildīts, tas vēl nenozīmē, ka apmācāmajam paliks zināšanas, jo tādos gadījumos tas tiek izpildīts intuitīvi vai “uz labu laimi”. Tātad mācību priekšmeta mācīšanās vēlams organizēt tā, lai students varētu atkārtot noteiktas tēmas, jautājumus, atgriežoties atpakaļ, un jebkurā brīdī turpināt no tās vietas, kur viņš/-a palika, bet aizskriet uz priekšu, palaižot garām kaut ko, nedrīkst. Protams, var gadīties tā, ka students jau ir apguvis kaut kādus jautājumus citā vietā, piemēram, lasot grāmatas, tad ir

jāpiedāvā pārbaudes, lai varētu noteikt, ka tā tiešām ir. Tātad ir jāizstrādā mācību moduļu secības pārvaldības līdzekļi [164]. Tādi līdzekļi var būt izmantoti kā vienas tēmas modeļa ietvaros (piemēram, jēdzienu secības noteikšana), tā arī visa priekšmeta modeļa ietvaros (tēmu secība, informācijas kadri un kontrole).

Dažādu kursu pētīšanas laikā bija konstatēts, ka diemžēl vairākas pašlaik pieejamas apmācības programmas nav adaptējamās studenta zināšanu līmenim, vajadzībām un vēlmēm. Izstrādātāji uzskata savas sistēmas par adaptīvām, ja tā, piemēram, nepareizas atbildes vai nesaprašanas gadījumā sniedz apmācāmajam to pašu informāciju tādā pašā veidā, kā iepriekš. Šādu pieeju var nosaukt tikai par daļēji adaptīvu, tas ir visvienkāršākais paņēmieni. Lai mācīšanās kursi dotu labākus rezultātus, studentam ir jāizskaidro sniedzama informācija, lai viņš varētu pēc iespējas ātrāk to saprast. Šim nolūkam ne vienmēr pietiek ar atkārtotību, bet jādod arī papildus paskaidrojumi un piemēri. Viena no svarīgākajām prasībām mācīšanās kursiem ir tā adaptējamība [14]. Pielāgošana var būt realizēta, izmantojot dažādus līdzekļus informācijas uzskatāmai attēlošanai, kā arī ievērojot apmācāmā sagatavotības līmeni, variēt sniedzamas informācijas apjomu, sarežģītību un saturu [5]. Pie tam visi temati ļoti dziļi nevar būt izskatīti vienā sistēmā, jo tas aizņem pārāk daudz vietas un laika, lai to savāktu, tāpēc kursā ir jābūt paredzētai arī iespējai “aiziet” meklēt informāciju citos avotos, piemēram, globālajā tīmeklī vai lokālajā tīklā.

Tādējādi, lielāka uzmanība darbā ir pievērsta datorizēto kursu mācīšanas nodrošināšanai, ievērojot studenta raksturīgas īpašības un adaptivitātes principus.

Dažas iestādes izmanto pašlaik pieejamas čaulas mācīšanas kursu izvietojumam [11, 82, 128, 130]. Viena no galvenajām šo čaulu priekšrocībām ir moderno tehnoloģiju izmantošana. Tomēr, tām arī ir trūkumi, kas nozīmīgi ietekmē mācīšanas procesa efektivitāti. Piemēram, tajās netiek ievērotas studenta īpašības, kas ir svarīga sastāvdaļa apmācībā. Galvenokārt šīs programmas ir paredzētas zināšanu pārbaudei konkrētajā priekšmetā. Piemēram, Austruma Austrālijas Universitāte Matemātikas Fakultāte (University of Western Australia) [26], Kaunas Tehniskā Universitāte [59], Rīgas Tehniskā Universitāte, kā arī daudzas citas izmanto programmas, kas ir realizētas parastās testēšanas veidā (multiple choice).

Vairākas organizācijas visā pasaulē nodarbojas ar datorizētās mācīšanas problēmas pētīšanu un apmācības sistēmu izstrādi. Var minēt tādas institūcijas, kā Rīgas Tehniskā Universitāte (RTU), RTU Tālmācību studiju centrs [106]; Transporta un sakaru institūts [121]; Latvijas universitāte [69]; Latvijas Tālmācības centrs [68]; INTERLABS pētīšanas institūts (Interlabs Research institute [52]); Starptautisks izglītības tehnoloģiju un sabiedrības

forums (International Forum of Educational Technology & Society) [53]; Datortehnikas izglītībā attīstības asociācija (Association for Advancement of Computing in Education) [6]; Starptautisks Pētīšanas un trenēšanas centrs (International Research and Training center) [54]; Kauņas Reģionāls Tālmācības centrs (Kaunas Regional Distance Education Study Centre) [59]; IT-STUDY.ru [55]; un citas.

Dažādas datorizētās mācīšanas problēmas, jautājumi un to risinājumi tiek izskatīti ikgadējās konferencēs: IEEE ICALT (www.ieee.org), ED-MEDIA (www.aace.org/conf/edmedia/), IASTED CATE un WEB (www.iasted.org), IADIS e-Learning (www.elearning-conf.org), ICCMS (www.iccms.org/index.htm), SITE (site.aace.org/conf), IMCL (www.imcl-conference.org/) un daudzās citās.

Eksistējošo kursu pētīšanas laikā, tika secināts, ka mācīšanās sistēmu pārvaldības problēmai nebija pievērsta pietiekoša uzmanība, bet tai ir liela nozīme kursu izstrādes un ieviešanas procesā, tādēļ promocijas darbā tiek izskatīts mācību priekšmeta mācīšanās pārvaldības jautājums, balstoties uz multimedija un tīmekļa tehnoloģijām.

1.2. Darba mērķis un uzdevumi

Promocijas darba mērķis ir pamatojoties uz mācīšanas procesa, studenta modeļu, adaptācijas metožu un modeļu, kas tiek lietotas datorizētās mācīšanas sistēmās (DMS), pētījumu rezultātiem izstrādāt metodes un modeļus, kas ļaus īstenot adaptivitātes un adaptējamības principus mācību kursa mācīšanā.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, ir jāizpilda sekojošie uzdevumi:

- 1) izpētīt esošās datorizētās mācīšanas sistēmas un izmantojamās tajās adaptācijas metodes;
- 2) pamatojoties uz mācīšanas procesa analīzi, noteikt modeļu kopu, kas ir nepieciešama adaptīvā dialoga nodrošināšanai starp studentu un mācīšanas sistēmu, un to savstarpējas saites;
- 3) izstrādāt mācību vielas modeli kursa mācīšanai, ievērojot mācību objektu atkārtotās lietošanas iespējas;
- 4) balstoties uz izmantojamiem datorizētās mācīšanas sistēmās zināšanu modeļiem, izstrādāt eksperta modeli programmēšanas inženiera specialitātei;
- 5) pamatojoties uz modernās DMS lietojamo studenta modeļu pētīšanu, izstrādāt studenta modeli, kas ļaus nodrošināt dažādus adaptivitātes līmeņus;

- 6) izpētīt adaptivitātes un adaptējamības problēmu datorizētās mācīšanas sistēmās un, balstoties uz iegūtiem rezultātiem, izstrādāt mācīšanas algoritmu, kurā tiks realizētas abas īpašības;
- 7) izstrādāt adaptīvu e-mācīšanās kursu, ieviest to mācību procesā un novērtēt e-kursu lietošanas efektivitāti.

1.3. Pētījuma metodika, zinātniskā novitāte, darba praktiskā nozīme

Pētījuma nozare ir datorsistēmas, kas ir paredzētas adaptīvai apmācībai, nodrošinot individuālo pieeju katram studentam, balstoties uz viņa īpašībām.

Pētījuma priekšmets ir adaptīvo datorizētās mācīšanās sistēmu modeļi un metodes, kas tiek izmantotas, lai izstrādātu efektīvu sistēmu.

Pētījuma rezultātu novērtēšanai tika lietota kopu teorija, grafu teorija, algoritmu teorija, ekspertu vērtējumu un matemātiskās statistikas metodes.

Darba rezultāta **jaunieguvumi** ir šādi:

- piedāvātais mācību vielas modeļa attēlošanas veids, kas balstās uz hiperteksta matemātisko pierakstu, kā arī atkārtoti lietojamo mācību objektu struktūras, kas paredzētas zināšanu iesniegšanai, iemaņu un prasmju formēšanai;
- izstrādātais studenta modelis, kas ļauj nodrošināt individuālo pieeju katram apmācāmajam, ievērojot mācību procesu ietekmējošas īpašības;
- izveidotais adaptīvs mācīšanās algoritms, kas balstās uz priekšmeta un studenta modeļiem.

Darba rezultātu **praktiskā vērtība** ir saistīta ar tajā izstrādātā studenta modeļa un adaptīvā mācīšanās algoritma lietojumu datorizētās mācīšanās sistēmu projektēšanā un izveidē, jo tas dod iespēju nodrošināt individuālo pieeju katram studentam apmācības laikā, kas paaugstina mācīšanās efektivitāti. Izstrādātie e-mācīšanās kursi ir iekļauti datorizētajā apmācības sistēmā, kas sekmīgi tiek lietota RTU mācību procesā jau kopš 2005. gada. E-kurss „Study HTML from zero”, kura mācību vielas izveidē piedalījās promocijas darba autore, ir izvietots Virtuālā Eiropas Datorzinātnes departamenta virtuālajā bibliotēkā.

Par darba galvenajiem rezultātiem ir ziņots šādās **starptautiskajās konferencēs**:

1. Advanced Learning technologies and Applications ALTA'03. Kaunas, Lithuania. September 11 – 12, 2003
2. E-learning conference'06 Computer Science Education. Coimbra, Portugal. September 7-8, 2006

3. IADIS International Conference e-Learning 2007. Lisbon, Portugal. July 6-8, 2007
4. IADIS International Conference Mobile Learning 2005. Qawra, Malta. June 28 - 30, 2005
5. IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Rhodes, Greece. June 30 – July 2, 2003
6. International Conference “Knowledge Society Challenges for E-Learning”. Kaunas, Lithuania. May 26-27, 2005
7. International Workshop Telematics and Life-Long Learning TLLL-2001. Kiev, Ukraine. October 15 – 17, 2001
8. RTU 42. starptautiskā zinātniskā konference. Rīga, Latvija. 11. – 13. oktobris, 2001
9. Starpaugstskolu Zinātniski praktiskā un mācību metodiskā konference “Izglītības problēmas mūsdienu apstākļos”. Rīga, Latvija. 24. februāris, 2005
10. The 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Beijing, China. October 8-10, 2007
11. The 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Crete, Greece. September 29 - October 1, 2008.
12. The 11th international conference on information systems development (Methods & Tools. Theory & Practice) ISD 2002. Doctoral Consortium. Riga, Latvia. September 12 – 14, 2002
13. The 18th International Conference on Systems for Automation of Engineering and Research SAER-2004. Varna, Bulgaria. September 24 – 26, 2004
14. The 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT'03. Athens, Greece. July 9 – 11, 2003
15. The 6th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2006). Kerkrade, Netherlands. July 5-7, 2006
16. The 8th IASTED International Conference on Computers And Advanced Technology In Education. Oranjestad, Aruba. August 29 - 31, 2005
17. The 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2008). Santander, Cantabria, Spain. July 1-5, 2008.
18. The First International Conference “Information Technologies in Education for All” (ITEA - 2006). Kiev, Ukraine. May 29 – 31, 2006.
19. World Conference in Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA. Lugano, Switzerland. June 21 – 26, 2004

20. X Научно-методическая конференция Телематика 2003. Ст.-Петербург, Россия. 14 – 17 апреля, 2003
21. Вторая международная конференция "Стратегия качества в промышленности и образовании ". Варна, Болгария. 2- 9 июня 2006 г.
22. Международная конференция Образование и виртуальность – 2001. Ялта, Украина. 19 – 21 сентября, 2001

Rezultāti publicēti šādos **starptautiskajos izdevumos**:

1. Boule C., Zaiceva L. Learning objects for mobile learning // Proceedings of IADIS International Conference Mobile Learning 2005. Qawra, Malta. 28 - 30 June, 2005, - pp. 189 – 193.
2. Bule J. Adaptive Computer-aided Teaching Methods based on Student Model // Proceedings of First International Conference “Information Technologies in Education for All” (ITEA - 2006). Kiev, Ukraine, 2006, – pp. 221 – 230.
3. Bule J. Adaptive E-Learning Courses at Riga Technical University Software Engineering Department // Proceedings of Advances in Databases and Information Systems: 13th East-European Conference, ADBIS 2009. Riga, Latvia. 7 – 9 September, 2009. pp. 238-245.
4. Bule J. Interneta Tehnoloģiju Lietojums Apmācībā // RTU zinātniskie raksti. Sērija 5, sējums 8. - Rīga: RTU, 2001, - 150. - 156. lpp.
5. Bule J. Management of teaching course using multimedia and web technologies // ISD 2002. Eleventh international conference on information systems development (Methods & Tools. Theory & Practice). Doctoral Consortium Proceedings.
6. Bule J. The e-Learning Course: „Software Implementation" Development // Proceedings of the 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Crete, Greece. September 29 - October 1, 2008, - pp. 126 - 129.
7. Bule J., Zaiceva L. Expert Model Development in E-Learning Systems // Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Beijing, China. October 8-10, 2007, - pp. 81 - 84.
8. Bule J., Zaiceva L. Multimedia in Education // Proceedings of the International Workshop Telematics and Life-Long Learning TLLL-2001. Kyiv, Ukraine. October 15-17, 2001, - pp. 51 – 53.

9. Bule J., Zaitseva L. Computer-based learning process organization // Proceedings of International Conference “Knowledge Society Challenges for E-Learning”. Kaunas, Lithuania. 26-27 May, 2005, - pp. 185 – 189.
10. Bule J., Zaitseva L. Student Model Development for E-learning Systems // Proceedings of the IADIS International Conference e-Learning 2007. Lisbon, Portugal. July 6-8, 2007, - pp. 343 – 345.
11. L.Zaitseva, J.Bule. Electronic Textbook and E-Learning System in Teaching Process // Communication & Cognition Vol. 41, Nr. 1 & 2 (2008). – 160. – 171. lpp.
12. Profesionālo studiju prakses aspekti izglītības kvalitātes skatījumā / Zaiceva L., Rusakovs P., Matisons G. et al. // RTU zinātniskie raksti. 5. sērija. Datorzinātne. Lietišķās datorsistēmas. 30. sējums. Rīga: RTU, 2007. – 160. – 171. lpp.
13. Zaitseva L., Boule C. Adaptation in WBE Systems Based on Student Model // Proceedings of the IASTED International Conference Computers and advanced technology in education. Rhodes, Greece. June 30 - July 2, 2003, - pp. 161 – 163.
14. Zaitseva L., Boule C. Learning program on “Software Process Models” // Proceedings of the 18th International Conference on Systems for Automation of Engineering and Research, SAER-2004. Varna, Bulgaria. 24-26 September, 2004, - pp. 175 - 177.
15. Zaitseva L., Boule C. Student Models in Computer-Based education // Proceeding of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT'03. Athens, Greece. 9-11 July, 2003, - p. 451.
16. Zaitseva L., Boule C., Prokofyeva N. Knowledge control approaches in computer-assisted education // Proceeding of the Eighth IASTED International Conference on Computers And Advanced Technology In Education. Oranjestad, Aruba. August 29-31, 2005, - pp. 453 - 456.
17. Zaitseva L., Bule J. Adaptation in computer-based education // Proceedings of ED-MEDIA World Conference in Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. Lugano, Šveice, June 21 - 26, 2004, - pp. 3527 – 3529.
18. Zaitseva L., Bule J. E-learning courses use and evaluation in Riga Technical University // Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2008). Santander, Cantabria, Spain. 1 - 5 July, 2008, - pp. 1057 - 1058.

19. Zaitseva L., Bule J. Learning Systems in Higher Education // Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2006). Kerkrade, Netherlands. 5 - 7 July, 2006, - pp. 674 – 676.
20. Zaitseva L., Bule J., Kuplis U. Advanced e-Learning System Development // Proceedings of the International Conference “Advanced Learning Technologies and Applications” (ALTA’03). Kaunas, Lithuania, September 11 – 12, 2003, - pp. 14 – 18.
21. Буль Е.Е. Адаптация компьютерных обучающих систем на основе модели студента // Материалы II международной конференции "Стратегия качества в промышленности и образовании", том 2. Варна, Болгария. 2 – 9 июня, 2006, - 204 - 207 с.
22. Буль Е.Е. Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения // Educational Technology & Society 6(4) 2003 ISSN 1436-4522 (starptautiskais elektroniskais žurnāls). / Internets. - http://ifets.ieee.org/russian/periodical/V_64_2003EE.html
23. Буль Е.Е. Сравнительный анализ моделей обучаемого // Труды X Научно-методической конференции Telematika'2003. Том 2. Секции D, E. Ст.-Петербург, Россия. 2003, - 364 – 366 с.
24. Буль Е.Е., Зайцева Л.В. Разработка учебных курсов на базе мультимедиа // Сборник научных трудов 5 международной конференции Образование и виртуальность – 2001. Харьков-Ялта. 2001, - 145 – 152 с.
25. Зайцева Л.В., Буль Е.Е. Адаптация в компьютерных системах на базе структуризации объектов обучения // Educational Technology & Society 9(1) 2006 ISSN 1436-4522 (starptautisks elektronisks žurnāls) 422 – 428 с. / Internets.– http://ifets.ieee.org/russian/periodical/V_91_2006EE.html
26. Зайцева Л.В., Буль Е.Е. Качество компьютерных обучающих программ // Сборник научных трудов 6 международной конференции Образование и виртуальность – 2002. Харьков-Ялта. 2002.

2. DATORIZĒTĀS MĀCĪŠANĀS PROCESS

2.1. Datorizētā mācīšana mūsdienās

Datorizētā apmācība (computer-assisted learning) ir “apmācības veids, ko veic ar attiecīgi programmēta datora, datoru sistēmas vai datoru tīkla palīdzību, kas apmācāmo apgādā ar nepieciešamo informāciju, pārbauda tā zināšanas, analizē pārbaudes rezultātus un izstrādā rekomendācijas mācību procesa pilnveidošanai” [27].

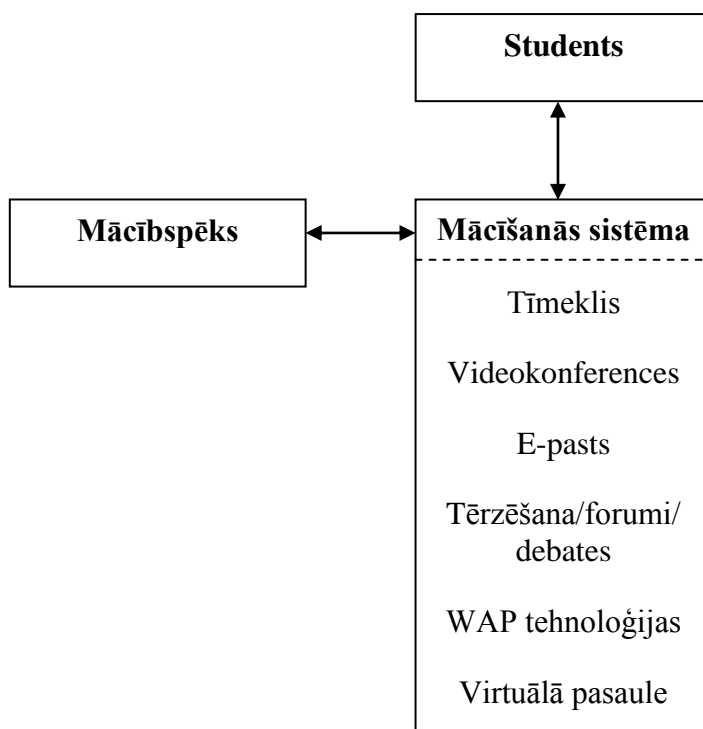
Efektīvas datorizētās apmācības procesa organizēšanai ir jānodrošina šādu prasību izpilde [42]:

- 1) procesam jābūt *interaktīvam*, kas nozīmē, ka darbam jānotiek dialoga režīmā, mācīšanās sistēmai ir jābūt spējīgai adaptēties studenta zināšanu līmenim, kā arī psiholoģiskajām un citām īpašībām;
- 2) jānodrošina efektīva *atgriezeniska saite*, lai apmācāmais “ietu pareizā ceļā”;
- 3) sistēmai ir jābūt izstrādātai tā, lai studentam rastos *motivācija* turpināt darbu ar to;
- 4) jāpiedāvā arī tāda iespēja, kā *informācijas meklēšana citos avotos* (citās sistēmās, globālajā tīmeklī, izmantojot dažādus meklēšanas mehānismus);
- 5) *zināšanu pārbaudei* ir lietderīgi izmantot *dažādus uzdevumu tipus*;
- 6) *mācību vielas attēlošanai* ir vēlams lietot *modernās datora tehnoloģijas*.

Datorizētās mācīšanās nodrošināšanas tehnoloģijas ir parādītas 2.1. attēlā. Atkarībā no uzstādītajiem mērķiem tiek izmantotas dažādas iespējas – videokonferences (piemēram, lekciju lasīšanai vai konsultācijām, kad ir nepieciešama ātra atbilde), tērzēšana/debates/forumi un e-pasts (kādu ne īpaši svarīgu un steidzīgu jautājumu apspriešana, kā arī darbu un materiālu sūtīšanai), WAP tehnoloģijas (mobilā mācīšanās), virtuālās pasaules (lielākoties materiālu izvietojšanai un interaktīvai uzdevumu izpildei, kas galvenokārt ir saistīti ar konstruēšanu) utt. Šīs tehnoloģijas ļauj paplašināt un uzlabot mācīšanās procesu, kas, savukārt, paaugstina tā efektivitāti [136], pateicoties:

- adaptācijai apmācāmajiem mācību vielas apgūšanas gaitā (nodrošina mācīšanās sistēmā iebūvētie algoritmi un modeļi);
- zināšanu pārbaudei un novērtēšanai (zināšanu kontroles algoritmi);
- informācijas daudzveidībai (pašā sistēmā esošā informācija; iespēja meklēt tīmeklī; elektroniskās grāmatas; no forumiem/debatēm, videokonferencēm un e-pasta izgūstāma informācija utt.);

- dažādiem mācīšanās procesa nodrošināšanas veidiem un formām (elektroniskā mācību grāmata, mācīšanās sistēma, virtuālās pasaules);
- neierobežotai apmācības režīma izvēlei (pašā sistēmā realizētie vairāki režīmi, elektroniskā grāmata);
- apmācības laika brīvībai izvēlei (pateicoties tīmekļa un WAP tehnoloģijām);
- neierobežotai apmācības vietas izvēlei (arī pateicoties tīmekļa un WAP tehnoloģijām);
- laika ekonomijai (nav nekur speciāli jābrauc, jāiet, viss notiek vienā vietā un tajā pašā laikā).



2.1. att. Datorizētās mācīšanās tehnoloģijas

Tādējādi, mūsdienas tehnoloģijas un zinātnes sasniegumi dod iespēju uzlabot mācīšanās procesu, iekļaujot datorizētās apmācības sistēmās papildus iespējas, kas atvieglo zināšanu apgūšanu, kā arī iemaņu un prasmju iegūšanu.

Galvenās datorizētās apmācības īpašības ir šādas [163]:

- elastīgums (pielāgojamība) – studenti var apgūt priekšmetu jebkurā viņiem piemērotā laikā un vietā. Tas ir ļoti ērti, jo mūsdienās bieži vien studenti jau strādā un ne vienmēr viņiem ir iespēja apmeklēt lekcijas un citas nodarbības. Tādējādi, datorizētās mācīšanās sistēmas dod iespēju apgūt nepieciešamo kursu, priekšmetu tad, kad ir laiks;

- modularitāte – datorizētās apmācības pamatā ir modularitātes princips. Katrs atsevišķs kurss apraksta kādu noteiktu zināšanu apgabalu. Tas ļauj sastādīt mācību programmu no neatkarīgiem kursiem-moduļiem, kas atbilst individuālām vai grupas nepieciešamībām;
- ekonomiska efektivitāte – pēc pasaules izglītojošo sistēmu vērtējumiem, datorizētā apmācība ir apmēram 50% lētāka par tradicionālās izglītības formām [163]. Tas ir iespējams tādēļ, ka mācību vielas pasniegšana ir unificēta un koncentrēta, izmantojamās datorizētās mācīšanās sistēmās tehnoloģijas ir orientētas uz lielāko studentu skaitu, utt.;
- jaunas mācībspēka iespējas, kas atvieglo viņa darbu – pasniedzama kursa modificēšana, konstruēšana no esošiem objektiem, papildināšana, apmācības scenārija izvēle, zināšanu pārbaudes un vērtēšanas algoritmu izvēle. Asinhronas datorizētās mācīšanās sistēmas iespējas (debates, forums, e-pasts) ļauj sazināties ar studentu un atbildēt uz viņa jautājumiem jebkurā izdevīgā laikā;
- specializēti zināšanu pārbaudes veidi – tiek realizētas dažādas zināšanu kontroles organizēšanas formas, kurām izmanto dažādus pārbaudes un vērtēšanas algoritmus, modeļus un metodes [100];
- specializēto tehnoloģiju izmantošana. Datorizētās mācīšanās sistēma ir metožu, formu un mijiedarbības līdzekļu kopa patstāvīgam, bet kontrolējamam noteiktu zināšanu apgūšanas, iemaņu un prasmju iegūšanas procesam. Tehnoloģijas balstās uz konkrēto saturu un tai jāatbilst materiāla reprezentēšanas formām.

Datorizētās apmācības efektivitāte un kvalitāte ir atkarīga no apmācības procesa organizēšanas un sniedzamas mācību vielas, kā arī no procesa pārvaldības. Datorizētā mācīšana paredz rūpīgu un detalizētu studentu darbību plānošanu un modelēšanu, skaidru mērķu un uzdevumu nostādīšanu, mācību vielas sniegšanas tehnoloģiju un paņēmieni izvēli, zināšanu pārbaudes un vērtēšanas algoritmu noteikšanu, kā arī citu modeļu, metožu un algoritmu izmantošanu un prasību mūsdienas sistēmām realizēšanu.

Lai paaugstinātu datorizētās mācīšanās efektivitāti, ir nepieciešams organizēt atgriezenisko saiti starp mācībspēku un studentu, kā arī starp studentu un mācību vielu. Lai palielinātu mācīšanās motivāciju ir lietderīgi dod studentiem iespēju sazināties savā starpā tiešsaistes režīmā, kā arī jārealizē atgriezeniskā saite tādā veidā, lai students varētu redzēt un būt drošs par to, ka viņš/-a iet pareizā virzienā no nezināšanas uz zināšanām. Saite varbūt kā operatīva (pēc katras operācijas, soļa), tā arī asinhrona.

Mūsdienu datora tehnoloģijas dod iespēju attēlot, apstrādāt, glabāt mācību vielu, izmantojot visdažādākās formas un metodes. Līdz ar to ir jāpievērš lielākā uzmanība tās

organizēšanas pedagoģiskajiem aspektiem. Mācību vielai jābūt sadalītai moduļos, lai students varētu apzināties savu darbību rezultātus. Ja moduļi ir pārāk lieli, tad samazinās motivācija apmācības turpināšanai.

Kā jau bija minēts, viens no svarīgākajiem jautājumiem datorizētās mācīšanās organizēšana ir nolūka noteikšana, t.i., kāpēc, kādam mērķim tiks izmantota DMS. Atkarībā no nolūka tiek definēts turpmākais darbs.

2.2. Datorizētās mācīšanās sistēmu klasifikācija

Pašreiz tīmeklī un kompaktdiskos ir sastopamas vairākas programmas, sistēmas, informācijas avoti, kuri ir paredzēti cilvēku apmācībai un izglītības līmeņa paaugstināšanai, kā arī zināšanu un iemaņu pārbaudei. Visas šīs sistēmas var būt klasificētas pēc dažādām pazīmēm [138]: funkcionālā nozīme; atgriezeniskas saites organizācija; lietotāju kategoriju skaits; kursa mācīšanās organizēšana, kā arī pēc citiem kritērijiem.

Minētie faktori ir svarīgākie, jo raksturo galvenās prasības šāda tipa sistēmām:

- Funkcionālā nozīme pēc būtības attēlo sistēmas mērķi – vai tā būs tikai zināšanu pārbaude, vai vienkārši informācijas avots, ko var lietot kādu specifisku datu iegūšanas nolūkos, vai tā būs mācīšanās vadības sistēma (Learning Management System, LMS), kas apvieno gan materiālu izvietojumu, gan zināšanu pārbaudi, vai tā būs apmācības spēle, treniņieris u.tml.
- Atgriezeniskā saite ir nepieciešama, lai nodrošinātu sadarbību starp studentiem un mācībspēku, kas ir svarīgs moments apmācībā, it īpaši, ja tā ir e-mācīšanās (e-learning) nevis pašapmācības kurss, kas neparedz pasniedzēja dalību procesā (piemēram, lokāli izmantojama programma). Saite ar pasniedzēju vai citiem studentiem liec justies drošāk, jo jebkurā brīdī ir iespēja konsultēties, palūgt padomu, uzzināt pēdējos jaunumus, kas arī ietekmē rezultātu no psiholoģiskā viedokļa – students ir mierīgs un var domāt par konkrētajā brīdī iegūstamu informāciju.
- Lietotāju kategoriju skaits parāda, kādi lietotāji spēs strādāt ar sistēmu, kas, savukārt, ietekmē sistēmas pilnību, papildināšanas un modifikācijas iespējamību, izvietojamu materiālu kvalitāti u.tml.
- Kursa adaptīvās mācīšanās nodrošināšana ir viens no svarīgākajiem jautājumiem, kas ir jārisina realizējot dažādas sistēmas, tai skaitā arī apmācības. Tā ietekmē kursa apgūšanas efektivitāti, jo pielāgo sistēmas darbību lietotāja personībai, zināšanu līmenim un citām

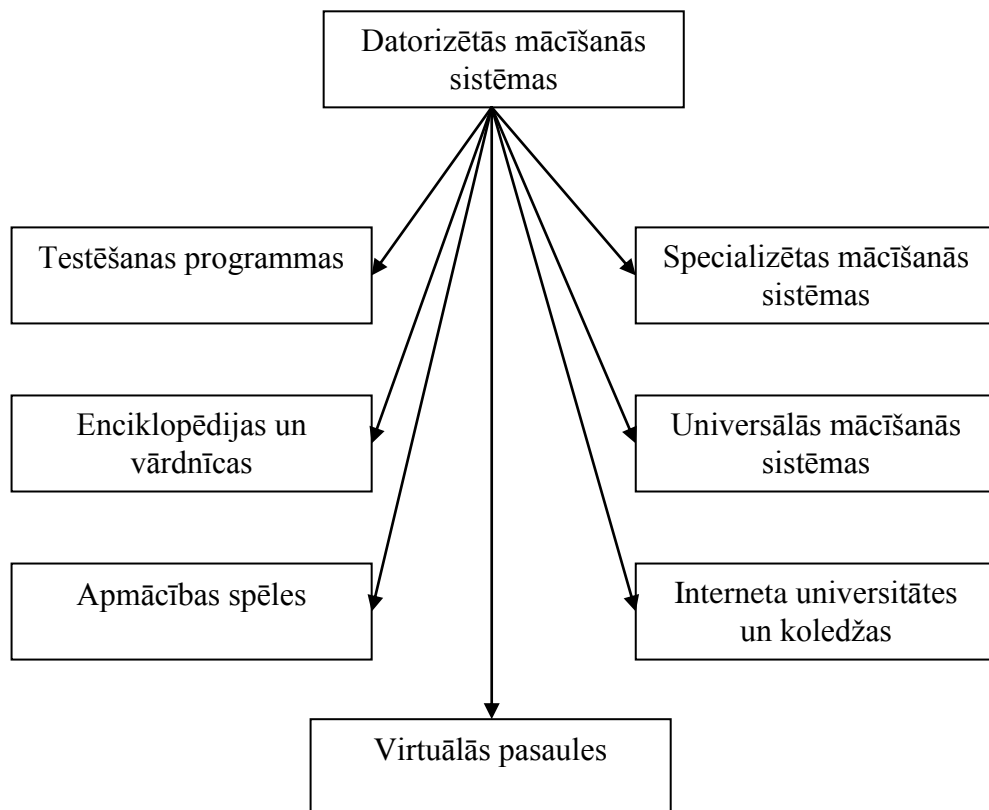
īpašībām, t.i., paredz mācīšanās procesa individualizāciju. Apmācībai jābūt adaptīvai studentam, lai paaugstinātu tās efektivitāti.

Pētīšanas laikā tika izskatītas vairāk kā 150 dažādas datorizētās mācīšanās sistēmas un, ņemot vērā iepriekš minētos kritērijus, sastādīta to klasifikācija. Aplūkoto sistēmu saraksts ir dots 1. pielikumā.

2.2.1. Datorizētās apmācības sistēmu funkcionālā nozīme

Visas izpētītās programmas un sistēmas atkarībā no funkcionālās nozīmes var iedalīt septiņās grupās [138] (2.2. att.):

- 1) testēšanas programmas;
- 2) enciklopēdijas un vārdnīcas;
- 3) apmācības spēles;
- 4) universālas apmācības sistēmas;
- 5) specializētas apmācības sistēmas;
- 6) Interneta universitātes un koledžas;
- 7) virtuālās pasaules.



2.2. att. Datorizētās mācīšanās sistēmu veidi

Testēšanas programmas ir paredzētas apmācāmā zināšanu pārbaudei, izmantojot dažādus testus. Šādu sistēmu darbības laikā lietotājam tiek piedāvāts uzdevums vai jautājums, uz kuru ir jāatrod atbilde. Parasti uzdevumi tiek iesniegti izvēlnes veidā, kad studentam tiek arī izvadītas jau gatavas atbildes, no kurām ir jāizvēlas viena vai vairākas, bet ir arī tādi testu veidi, kuros atbilde uz jautājumu ir jāievada pašam studentam. Visbiežāk gan jautājumi, gan atbildes ir dotas teksta formā, tomēr, ir arī programmas, kur tiek izmantoti grafiskie elementi, piemēram, loģiskas domāšanas procesa attīstībai un pārbaudei. Tādus jautājumus bieži lieto intelektuālās attīstības koeficienta (IQ) noteikšanas testos. Sīkāk uzdevumu tipi ir parādīti 2.1. tabulā sadaļas beigās. Testēšanas programmu piemēri: TeachingTemplates [118]; Reāllaika testi abiturientiem [91]; Tīmekļa testēšanas programmatūra (Web-based testing software – www.test.com); Svešvalodu testēšana [117].

Enciklopēdijas un vārdnīcas galvenokārt tiek izmantotas kā uzzīņu vai palīgmateriāli. Tajās informācija tiek glabāta lielās datu bāzēs, izmantojot dažādus formātus: video, audio, teksts, animācijas utt. Tāda veida izglītojošās sistēmas nodrošina ātru interesējošas informācijas sameklēšanu pēc uzdotiem atslēgvārdiem. Internetā ir sastopamas vairākas enciklopēdijas un vārdnīcas, tai skaitā skaidrojošās, kuras skar visdažādākās cilvēka darbības sfēras – mūziku, kino, zinātņi u.tml. Piemēri: Enciklopēdija Britannica [37]; Latvijas vēsture [70], wikipedia – bezmaksas enciklopēdija vairāk kā 10 dažādās valodās, pie tam jebkurš var papildināt jau esošos rakstus, pievienot savējo utt. [12].

Apmācības spēles tiek lietotas, lai ar atraktīvām metodēm un paņēmieniem, dotu apmācāmajiem iespēju iegūt zināšanas. Šeit tiek minēts tāds termins, kā “izklaidējošā apmācība” (edutainment = education + entertainment), kurš nozīmē, ka spēles laikā lietotājs iegūst jaunas zināšanas, iemaņas un prasmes. Internetā var atrast daudz šādu sistēmu, vairākas no tām ir paredzētas bērnu apmācībai. Piemēram, vietne Izglītība bērniem (Education 4 Kids [35]) piedāvā dažādas spēles bērniem, lai viņi iegūtu zināšanas matemātikā, valodā, zinātnē, sociālajās mācībās. Matemātikas apgūšanai tiek izmantoti tādi praktiski darbi, kā “Matemātikas kvadrāts” (“Math Square Math Game”), kurā lietotājam piedāvā ierakstīt ciparus (no 1 līdz 9) kvadrāta laukos, lai to summa pa diagonāli būtu vienāda ar noteikto skaitli. Sociālo mācību uzdevumos ir paredzēti “US prezidenti” un “US ģeogrāfija”. Latviešu valodas apmācības programma “Ko tu teici?” piedāvā latviešu valodas gramatikas un vārdu izrunas apgūšanu, izmantojot multimedija līdzekļus [62].

Universālās apmācības sistēmas nodrošina dažāda veida apmācošas funkcijas un ir paredzētas apmācībai gan virtuālajā, gan reālajā pasaulē. Ar tādu apmācības sistēmu palīdzību

ir iespējams apgūt dažādus mācību priekšmetus. Universālās sistēmas iekļauj sevī īpašības, kas piemīt cita tipa apmācības programmām. SkillSoft [114] piedāvā dažādus kursus (nodrošinot apmācāmo ar teorētisko informāciju un zināšanu pārbaudes uzdevumiem) no vairākām sfērām. Piemēram, no Informācijas tehnoloģijas priekšmetiem ir pieejami Java tehnoloģijas, VB.Net, operētājsistēmu administrēšana un citi. Fe-ConE [39] sistēma ir paredzēta dažādu kursu apguvei, kas ir saistīti ar e-mācīšanos – pamati, kā sagatavot savu e-kursu un citas tēmas. Katrai tādai lielai tēmai atbilst savs kurss.

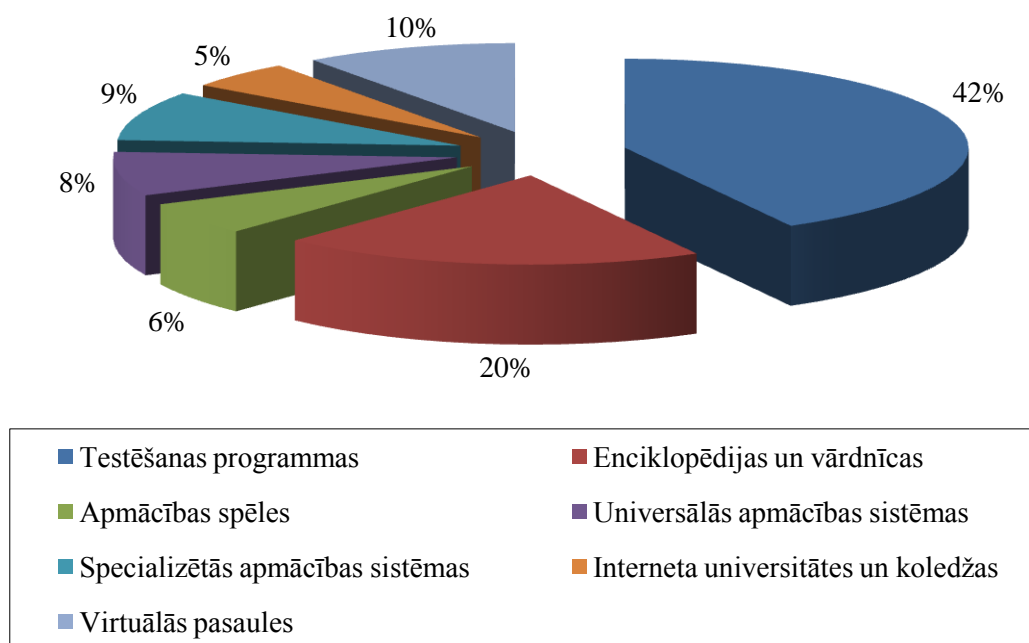
Pēdējos gados arvien vairāk tiek lietotas tā saucamas virtuālās pasaules, kas ir savā veidā universālo sistēmu un apmācību spēļu apvienojums. Virtuālās pasaules ir datorizētā imitācijas vide, kas ir paredzēta, lai lietotājs mijiedarbotos ar sistēmu vai citiem lietotājiem, izmantojot avatārus [133]. Parasti tāda veida sistēmās tiek izveidota kaut kāda „pasaule”, kurā studenti ir iemītnieki un viņiem ir kādi uzdevumi, saistīti ar tās uzlabošanu, papildināšanu, utt. Visizplatītākās virtuālās pasaules ir Active Worlds (AWEDU) [3] un Second Life [110]. Tādas sistēmas ir universālās, jo tajās ir iespējams gan izvietot teorētisko informāciju (dažādā formātā), gan uzstādīt dažādus uzdevumus vairākās tēmās un priekšmetos. Pie tam šādas sistēmas ļauj pasaules dalībniekiem viegli mijiedarboties savā starpā un nodrošināt kopdarbības mācīšanos (collaborative learning), tajās ir realizēta moderno tehnoloģiju lietošana – video konferences, balss sazināšanās, animācijas, utt. Virtuālās pasaules izmanto izglītības iestādēs vairākās valstīs (Second Life pasaulē ir vismaz 300 universitātes un pētījumu iestādes [110, 133, 135] un ap 120 iestādēm Active Worlds pasaulē [3]) – Norvēģijā, Lielbritānijā, Šveicē, ASV, Spānijā, Vācijā, Somijā, Austrālijā, Dānijā, Itālijā, Taizemē, Gruzijā, Francijā, Polijā, Kanādā un citās valstīs [3].

Specializētās apmācības sistēmas ir paredzētas kāda noteikta priekšmeta mācīšanai. Mūsdienās visvairāk ir svešvalodu mācību programmu, bet ir arī matemātikas, ķīmijas, fizikas, astronomijas u.c. sistēmas. Tāda tipa programma ir efektīvāka par universālo savā nozarē, jo ir veltīta tikai speciālo uzdevumu risināšanai. Tomēr universālajām programmatūrām ir vairāk vispārīglītojošās funkcijas. Specializēto apmācības sistēmu (programmu) piemēri: Latviešu valodas apmācības programma piedāvā apgūt tādas sadaļas, kā morfoloģija, sintakse un gramatika [65]. Tā nodrošina gan teorētiskas informācijas iesniegšanu, gan arī uzdevumus.

Interneta universitātes un koledžas ir paredzētas, lai organizētu apmācību globālajā tīklā. Šādas sistēmas nodrošina vairāku lietotāju kategoriju sadarbību (students, mācībspēks, administrators, utt.), un šajā gadījumā izglītojošs process tiek realizēts, izmantojot tālmācības

paņēmienus. Organizējot virtuālās universitātes, ir jāņem vērā arī tāda problēma, kā zināšanu kontrole. Jo no tā, cik reālas zināšanas atbilst nominālajām noteiktas universitātes diploma īpašniekam, ir atkarīgs fakts vai tās diplomi un sertifikāti tiks atzīti par derīgiem. Tas ir svarīgs jautājums tīmekļa mācību iestādēm, jo pateicoties augstam informācijas pieejamības līmenim, universitātes autoritāti ir pietiekoši grūti saglabāt (jebkurš taisnprātīgs fakts var kļūst zināms visai pasaulei). Globālajā tīmeklī galvenokārt ir sastopamas ārzemju universitātes – Kalifornijas Tehniskā Universitāte (www.caltech.com), Kolorādo Universitāte (www.cuonline.edu) un vairākas citas. Visi apmācības dalībnieki parasti tiek virtuālajās nodarbībās, izmantojot moderno datora tehnoloģiju iespējas (videokonferences, elektroniskais pasts u.c.). Apmācības nodrošināšanai Interneta universitātes un koledžas lielākoties izmanto tādas čaulas, kā Blackboard [11], WebCT [130], Moodle [82], ATutor [8], ILIAS [49], Desire2Learn [32], Learn.com [71] un citas, kas piedāvā izvietot savus kursus dažāda formāta failu veidā (piemēram, Microsoft Word, Microsoft PowerPoint u.c.), kā arī tādas iespējas, kā forums, sazināšanās pa e-pastu utt.

Izpētīto programmu un sistēmu sadalījums pēc to funkcionālās nozīmes ir parādīts 2.3. attēlā.



2.3. att. Sistēmu sadalījums pēc to funkcionālās nozīmes

Pētīšanas laikā tika konstatēts, ka visplašāk ir izplatītas testēšanas programmas – tie sastāda 42% no visām aplūkotajām. Pietiekami bieži sastopamas ir dažādas enciklopēdijas un vārdnīcas, ieskaitot skaidrojošās vārdnīcas (20%). Joprojām ir populārās specializētās

apmācības sistēmas – 9% [26, 62 utt.], kā arī daudzas izglītības un pētījumu iestādes izmanto virtuālo pasauļu iespējas – 10% un tās kļūst arvien populārākas [3, 60, 110, 133]. Interneta universitātes un koledžas pēdējos gados aizvien vairāk pāriet uz universālajām sistēmām, t.i., lielākoties čaulām vai tā saucamām mācīšanās vadības sistēmām (Learning Management Systems, LMS).

Zināšanu pārbaudei, kā arī iemaņu un prasmju pārbaudei un formēšanai datorizētās mācīšanās sistēmās lieto dažāda tipa uzdevumus. Pašlaik zināmi un izmantojami uzdevumu/jautājumu tipi ir parādīti 2.1. tabulā.

2.1. tabula

Uzdevumu tipi

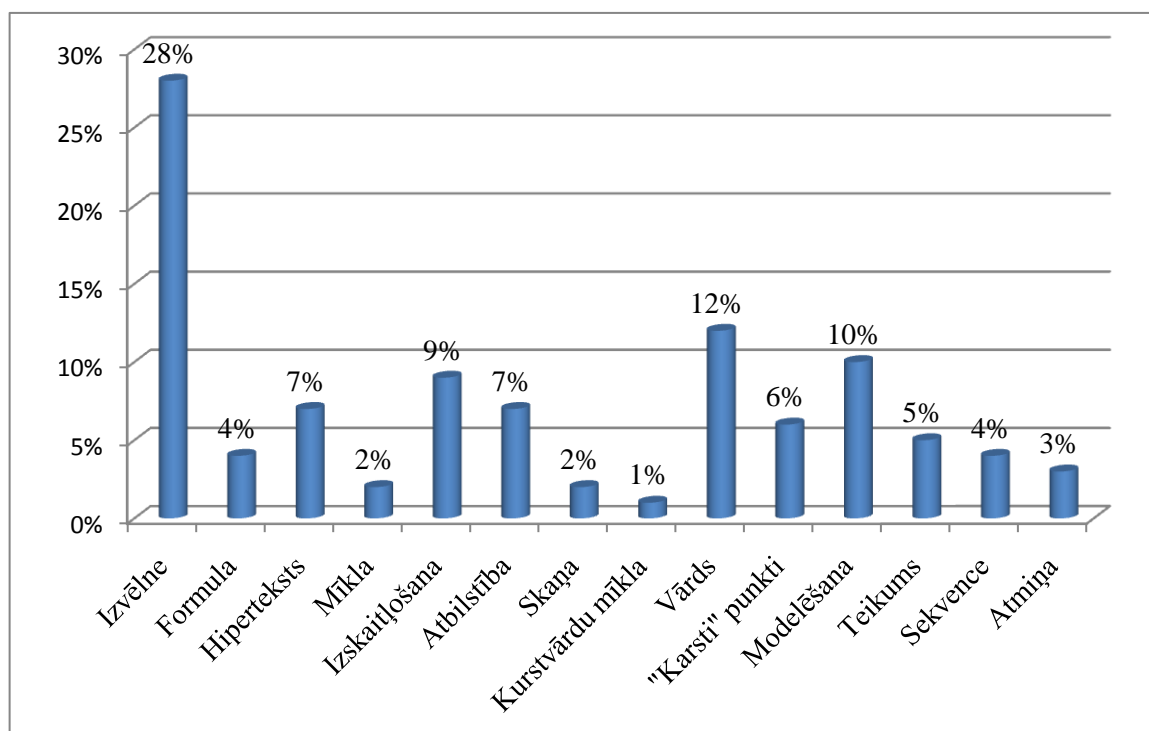
Nr.	Uzdevuma tips	Studenta darbības
1.	Izvēlne (multiple choice)	Izvēlēties vienu no vairākiem vai vairākus no vairākiem
2.	Izskaitļošana	Ievadīt vienu (vairākus) skaitli
3.	Vārds	Ievadīt vienu vai vairākus atsevišķus vārdus/burtus
4.	Teikums	Ievadīt teikumu
5.	Formula	Ievadīt formulu
6.	Atbilstība	Atrast/izvēlēties atbilstošu atbildi piedāvātam uzdevumam
7.	“Karsti” punkti	Norādīt punktu grafikā, attēlā
8.	Secība	Ievadīt/izvēlēties darbības noteiktā secībā
9.	Hiperteksts	Izvēlēties vārdu, teksta daļu
10.	Skaņa	Ievadīt atbildi pēc dzirdēta uzdevuma vai atbildēt balsī
11.	Modelēšana/ konstruēšana	Modelēt vai uzbūvēt objektu, pasauli utt.
12.	Atmiņas uzdevumi	Atrast pāri noteiktam objektam (piemēram)
13.	Krustvārdu mīkla	Atminēt krustvārdu mīklu
14.	Mīkla (puzzle)	Salikt bildi, attēlu
15.	Vilkt un nomest (drag and drop)	Ievietot objektus pareizajā vietā, pārvietojot tos ar peles palīdzību

Lai noteiktu kāda tipa uzdevumi vairāk lietojami datorizētās mācīšanās sistēmās tika izpētītas ap 80 dažādas sistēmas (netika ņemtas vērā enciklopēdijas un vārdnīcas, jo šī tipa sistēmās netiek realizēta zināšanu pārbaude). Pats populārākais uzdevumu tips ir izvēlne, kad

ir jāizvēlas viena vai vairākas atbildes no piedāvātām (28%). Toties tas nav labākais veids, kā noteikt un pārbaudīt studentu zināšanas un it īpaši iemaņas un prasmes. Bieži vien gadās, ka apmācāmais nemaz necenšas pārdomāt jautājumu, bet vienkārši paļaujas uz labu laimi un min atbildi. Šo veidu reizēm arī sauc par „daudzkārtīgo minējumu” (multiple guess) [129, 134].

Nākamais plaši izmantojamais veids ir vārda ievade (12%). Ļoti reti ir sastopami uzdevumi, kuriem ir nepieciešams darbs ar skaņu, jo tam (izstrādei un atbildes apstrādei) nepieciešama speciāla aparatūra, kura nav visiem pieejama. Pie tam, skaņas uzdevumi galvenokārt ir nepieciešami svešvalodas un mūzikas apgūšanai. Arī tāds tips, kā Mīkla (Puzzle) reti izmantojams, jo tā izpilde prasa pietiekami daudz laika. Tās ir lietderīgas, lai attīstītu uzmanību. Tomēr, mīkla var arī būt izmantota citiem nolūkiem, piemēram, shēmas vai ķēdes sastādīšanai (Programmēšanā, Elektriskās ķēdes u.tml.). Pateicoties tam, ka pēdējos gados arvien populārākas kļūst virtuālās pasaules, tad arī vairāk tiek izmantoti modelēšanas vai konstruēšanas uzdevumi – 10% no visām izskatītām sistēmām.

Pētīšanas rezultāti ir parādīti 2.4. attēlā.



2.4. att. Uzdevumu tipi datorizētās mācīšanās sistēmās

2.2.2. Atgriezeniskas saites organizēšana mācību procesā

Atgriezeniskā saite starp mācībspēku un studentu, kā arī studentu starpā ir nepieciešama, lai nodrošinātu cilvēciskā faktora ievērošanu datorizētās mācīšanās organizēšanas laikā. Tā kā

cilvēks ir sociāla būtne, tad ir jārealizē sadarbība, sazināšanās iespēja, lai studentiem nepazustu motivācija komunicēt un strādāt komandā. Efektīvas atgriezeniskas saites nodrošināšanai ir lietderīgi izmantot modernās tehnoloģijas. Dažas augstākās izglītības iestādes iekļauj savā mācību procesā sekojošās saites starp mācībspēku un studentu organizācijas formas [19, 60]:

- e-pasts;
- tērzēšana (chat), forumi, debates;
- videokonferences;
- virtuālās klases.

E-pasta lietošana ir noderīga tādā gadījumā, ja ir nepieciešams pārsūtīt studentam vai, otrādi, mācībspēkam liela apjoma informāciju (piemēri, uzdevumi, programmas utt.).

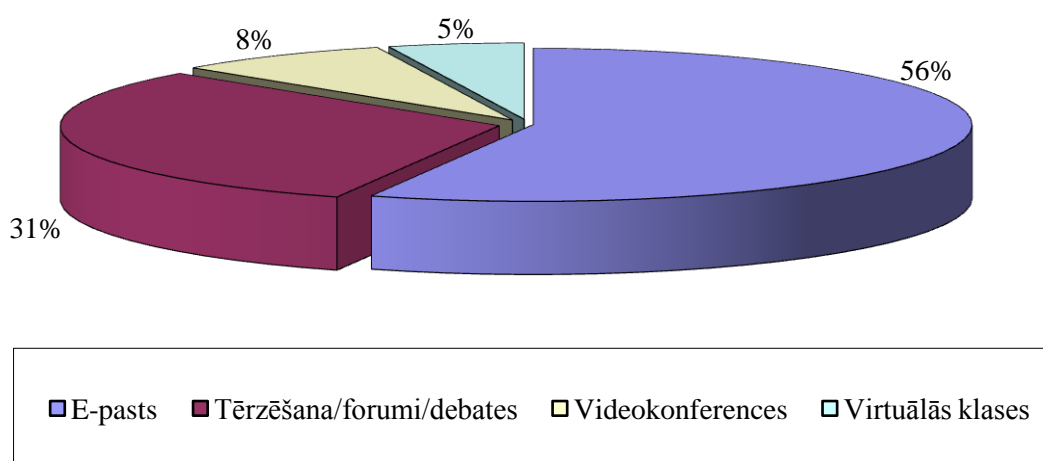
Tērzēšana – sinhrona, reālā laikā notiekoša informācijas apmaiņa starp lietotājiem, izmantojot datoru tīklu. Pēdējā laikā šādas informācijas apmaiņas organizēšanai izmanto protokolam IRC atbilstošas programmas [27]. *Forums/debates* – diskusiju grupa kādā tiešsaistes pakalpojumu organizācijā, kur lietotāji ar līdzīgām interesēm var atrast vērtīgu informāciju, apmainīties ar idejām un kopīgi izmantot datnes [27]. Šie veidi dod iespēju apspriest dažādas problēmas, jautājumus, tēmas. Tērzēšana notiek reālajā laikā un, tādējādi, apmācāmais var iegūt atbildi uz savu jautājumu uzreiz (ja, protams, mācībspēks un students var vienlaicīgi atrasties „tērzētavā”). Šajā gadījumā saruna ir “zem četrām acīm”, t.i., tikai viens students ar mācībspēku. Ja ir nepieciešams, lai apspriedē piedalītos vairāki cilvēki, tad labāk izmantot debates un forumus. Pie tam, forumos atbildes uz jautājumiem un cita informācija glabājas pietiekoši ilgu laiku un visi ieinteresētie var to paskatīt jebkurā pieejamā brīdī.

Pateicoties *videokonferenču* organizēšanai, ir iespēja apspriest jaunus sasniegumus, jaunas idejas ne tikai bezpersoniskā veidā, kā iepriekš minētās atgriezeniskās saites nodrošināšanas formās. Videokonferences ļauj dalībniekiem redzēt vienam otru, kas ir svarīgs aspekts, it īpaši ja kaut kas jāpierāda. Lielākā priekšrocība ir tāda, ka visa informācija nonāk pie respondenta uzreiz un atšķirībā no, piemēram, tērzēšanas, uzskatāmākā veidā. Respondents arī var uzreiz reaģēt un nav jātērē laiks teksta rakstīšanai. Toties šim atgriezeniskas saites veidam ir arī pietiekami svarīgs trūkums – tam ir nepieciešama dārga aparatūra un ātrs, augstas kvalitātes pieslēgums tīmeklim, kas, diemžēl, nav pieejams visiem. Baltijā jau vairākus gadus šo iespēju izmanto Latvijas Universitāte un Kauņas Reģionāls Tālmācības centrs (Kaunas Regional Distance Education Study Centre) [59].

Virtuālās klases ir līdzīgas videokonferencēm, tikai šeit nodarbību vada viens cilvēks – mācībspēks, kurš video attēlam var pievienot tādu iespēju, kā dažādu shēmu, diagrammu un citu objektu zīmēšanu paralēli savai runai. Šīm veidam ir tas pats trūkums, kā iepriekš aprakstītam.

Pēc pētījuma rezultātiem, kura laikā tika izskatītas aptuveni 60 dažādas sistēmas (lielākā testēšanas sistēmu daļā nav realizēta atgriezeniskā saite), pašlaik vispopulārākais veids tomēr paliek e-pasts (55%), tērzēšana, forumi un debates arī ir pietiekoši bieži lietojami (42%, 2.5. att.). Lielu izmaksu dēļ videokonferences un virtuālās klases ir reti izmantojamas (1% un 2% atbilstoši).

Visi aprakstītie atgriezeniskas saites organizēšanas veidi var būt iekļauti jebkurā datorizētās mācīšanās sistēmā (izņemot enciklopēdijas un vārdnīcas, jo tās galvenokārt ir lietotās, kā informācijas avoti).



2.5. att. Atgriezeniskas saites veidi

2.2.3. Lietotāju kategorijas

Jebkurai modernai datorizētajai sistēmai ir vairākas lietotāju kategorijas (vismaz divas). Datorizētās mācīšanās sistēmas nav izņēmums, un tajās vissvarīgākās ir students, mācībspēks, mācību vielas autors, administrators un operators [131, 138, 149]. Dažās sistēmās ir paredzēta tāda lietotāju kategorija, kā eksperts (TopClass), bet tas ir pietiekami rets gadījums. Protams, katrs sistēmas izstrādātājs var nosaukt kategoriju savādāk, bet būtība no tā nemainās.

Katrai kategorijai ir savas iespējas (funkcijas) un tiesības [149]:

- administratoram tiek nodrošināta pašas sistēmas darbības kontrole, lietotāju reģistrācija un modifikācija u.tml.;

- operators seko līdzīgi lietotāju darbībai, piemēram, vai nav pārkāpti kādi kursa vai sistēmas lietošanas noteikumi, brīdina lietotājus to neievērošanas gadījumā, ievieto ziņojumus, utt.;
- mācībspēks definē kursus un zināšanu pārbaudes darbus grupai vai konkrētam studentam (nosaka, kādi kursi jāapgūst un kādi darbi jāizpilda, kā arī to izpildes termiņš), aplūko informāciju par darbu ar kursu un studentu sekmēm (dažādos skatos – visa grupa, konkrēts/-i students/-i, vienā vai vairākosursos, zināšanu kontroles rezultāti vai kā studenti strādā ar mācīšanās kursu, u.tml.), sazinās ar studentiem, izmantojot sistēmā nodrošinātas iespējas (e-pasts, forumi, tērzēšana), ievieto jaunus kursus un uzdevumus, kā arī modificē esošos, veido zināšanu pārbaudes darbus no esošajiem jautājumiem;
- mācību vielas autors ievieto jaunus kursus vai kursa tēmas (sagatavo dažāda tipa mācību objektus kursa apgūšanai), modificē esošos, ievieto jaunus zināšanu pārbaudes uzdevumus;
- studentam ir iespēja apgūt teorētisko informāciju, izpildīt zināšanu pārbaudes darbus, ko definēja mācībspēks, kā arī, ja ir paredzēts, izmantot paškontroles un vingrinājumu režīmus, kad students pats nosaka zināšanu pārbaudes parametrus – jautājumu skaitu, laiku, grūtību un citus, aplūkot savas sekmes (arī dažādos skatos – vienā vai vairākosursos, savu kopējo vērtējumu, zināšanu pārbaudes rezultātus ar paskaidrojumiem vai tikai atzīmes, u.tml.), apspriest dažādus radušās problēmas ar mācībspēku vai saviem kolēģiem.

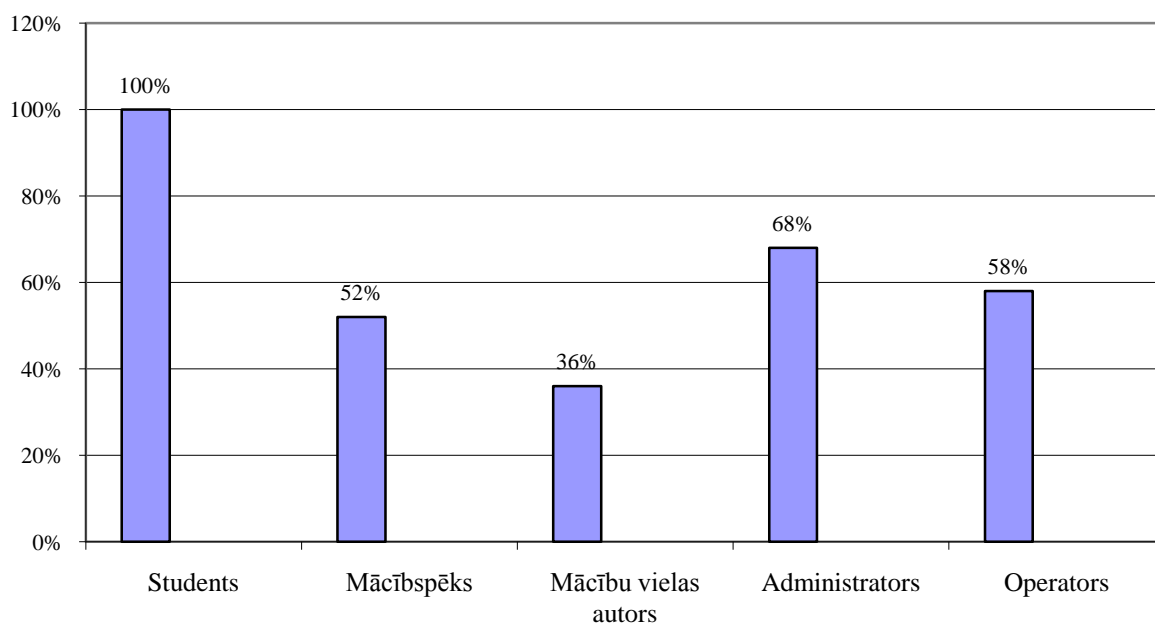
Pētīšanas laikā tika izskatītas vairākas sistēmas un noskaidrots, ka pašlaik pieejamās sistēmās galvenokārt darbs ir nodrošināts divām lietotāju klasēm – students un administrators.

Dažās sistēmās parādās lietotāju kategorija, kura tiek uzskatīta par mācībspēku, bet būtībā apvieno mācību vielas autora, administratora un operatora iespējas, t.i., šai klasei ir iespēja kontrolēt darbu ar sistēmu (reģistrēt lietotājus, sekot, kas un kad strādāja ar sistēmu, utt.), apskatīt studentu sekmes, veidot jaunus kursus un zināšanu pārbaudes uzdevumus. Toties netiek nodrošināta parametru iestatīšana, kas ir jāievēro adaptīvas mācīšanās organizēšanai.

Ļoti reti ir sastopamas visas kategorijas, parasti lietotāju klašu tiesības tiek apvienotas vienā (izņemot studentu). Pie tam realizētas iespējas ir krietni ierobežotas. It īpaši mācībspēkam un mācību vielas autoram. Bieži vien šīs kategorijas netiek izšķirtas un tām ir vienādas tiesības un iespējas – tikai informācijas pievienošana, dzēšana un rediģēšana. Kaut gan šo kategoriju funkcijas daļēji pārklājas, toties mācībspēkam tās ir plašākas. Mācību vielas

autors sastāda kursus, ievadot teorētisko informāciju un zināšanu kontroles jautājumus un uzdevumus, savukārt, mācībspēkam papildus ir iespēja izvēlēties kursa struktūru, izveidot zināšanu pārbaudes darbu no esošiem sistēmā jautājumiem, izvēlēties zināšanu vērtēšanas algoritmu, noteikt mācīšanās un zināšanu kontroles parametrus, noteikt režīmu, kādā būs pieejams kurss (uzziņu, apmācība, kontrole, paškontrolē), definēt, kam būs tas kurss vispār pieejams, u.tml.

Paredzēto lietotāju kategoriju nodrošināšanas esošajās sistēmās pētīšanas rezultāti ir parādīti 2.6. attēlā.



2.6. att. Lietotāju kategorijas

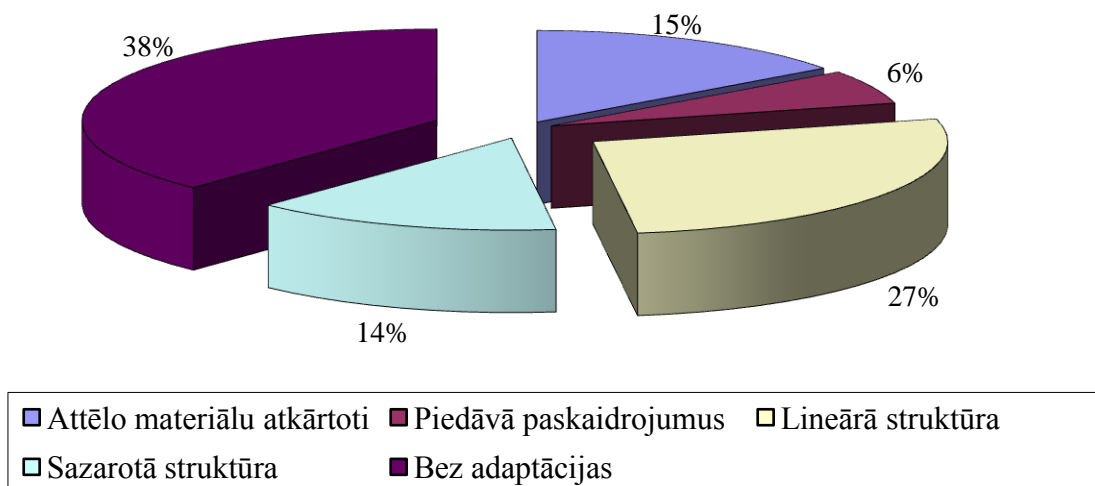
2.2.4. Kurša adaptīvās mācīšanās nodrošināšana

Adaptivitāte ir viens no galvenajiem aspektiem datorizētās mācīšanās sistēmās, jo ļauj organizēt apmācības procesu efektīvākajā veidā, ņemot vērā gan uzstādītus mērķus, gan iepriekšējās zināšanas, iemaņas un prasmes, tekošo darbu, kā arī citas studenta īpašības, kas ietekmē mācīšanās rezultātu.

Mūsdienās vairāki zinātnieki nodarbojas ar adaptīvo kursu izstrādes problēmām [5, 14, 15, 28, 29, 30, 41, 48, 57, 104 u.c.]. Lielākajā daļā sistēmu adaptācija tiek organizēta zināšanu pārbaudes līmenī, nosakot pirms pārbaudes studenta sagatavotību un piedāvājot atbilstošus uzdevumus lineārajā secībā (27%), neņemot vērā, kā students tos pilda. Daži izstrādātāji piedāvā sazarotu struktūru, kad nākamā jautājuma/uzdevuma grūtības līmenis ir atkarīgs no

tekošā uzdevuma izpildes (14%). Diemžēl vēl ir daudz tādu sistēmu, kur adaptācija vispār nav nodrošināta. Vai arī ir tā saucama “minimāla” adaptācija, kas paredz apskatāma materiāla atkārtotu attēlošanu (iespēju atgriezties uz iepriekšējām tēmām), nesniedzot nekādus paskaidrojumus un/vai piemērus. Toties pastāv arī sistēmas, kurās ir nodrošināta „reakcija” uz studenta darbībām, kas parasti ir kā īss skaidrojums.

Pētīšanas rezultāti ir redzami 2.7. attēlā.



2.7. att. Datorizētā kursa mācīšanās organizēšana

Datorizētās mācīšanās sistēmā ir jārealizē trīs līmeņu adaptācija (2.2. tab.) – lietotāju klasei, grupai klases ietvaros un katram lietotājam individuāli [136]. Pirmais līmenis nodrošina 2.2.3. sadaļā aprakstīto lietotāju kategoriju funkciju izpildi. Otrais līmenis – lietotāju grupai klases ietvaros – ļauj apvienot studentus (jo viņi ir svarīgākie lietotāji mācīšanās sistēmās) pēc dažādām kopīgām īpašībām grupās (piemēram, pēc psiholoģiskām), kā arī jebkurā mācību iestādē visi studenti ir sadalīti pa mācību programmām un grupām. Trešais līmenis ir pilnīgākais, jo šajā gadījumā sistēma pilnīgi pielāgojas visām konkrēta studenta īpašībām, kas ietekmē viņa/-s mācību procesa rezultātu.

Kursa efektīvai mācīšanai ir jānodrošina otrais un trešais adaptācijas līmeņi. Lai to īstenotu, var būt izmantotas dažādas tehnoloģijas (Mācību vielas secības noteikšana, Interaktīvs problēmu risinājumu atbalsts, Adaptīva informācijas attēlošana, Adaptīvas navigācijas atbalsts, Piemēru bāzēta problēmu risināšana un citas) [14, 15, 28]. Tehnoloģiju realizēšanai ir nepieciešama informācija, kas tiek glabāta vairākos modeļos: mācību procesa (dialogs starp studentu un sistēmu), studenta, priekšmeta (tēmas) un eksperta (zināšanu). Modeļu lietošana detalizēti ir izskatīta nākošajā nodaļā.

Adaptācijas līmeņi

Līmenis	Paskaidrojums
Lietotāju klasei	Atkarībā no lietotāju klases (jeb kategorijas) tiek noteiktas iespējas un piekļuves tiesības
Lietotāju grupai klases ietvaros	Tiek ņemtas vērā lietotāju zināšanas, pieredze, darbības sfēra, specialitāte, studentu grupa, u.tml.
Individuālajam lietotājam	Tiek nodrošināts adaptīvs dialogs starp studentu un sistēmu, ievērojot dažādas viņa/-s īpašības – sagatavotības līmenis, psiholoģiskās īpašības, tekošais darbs ar kursu un citus faktorus

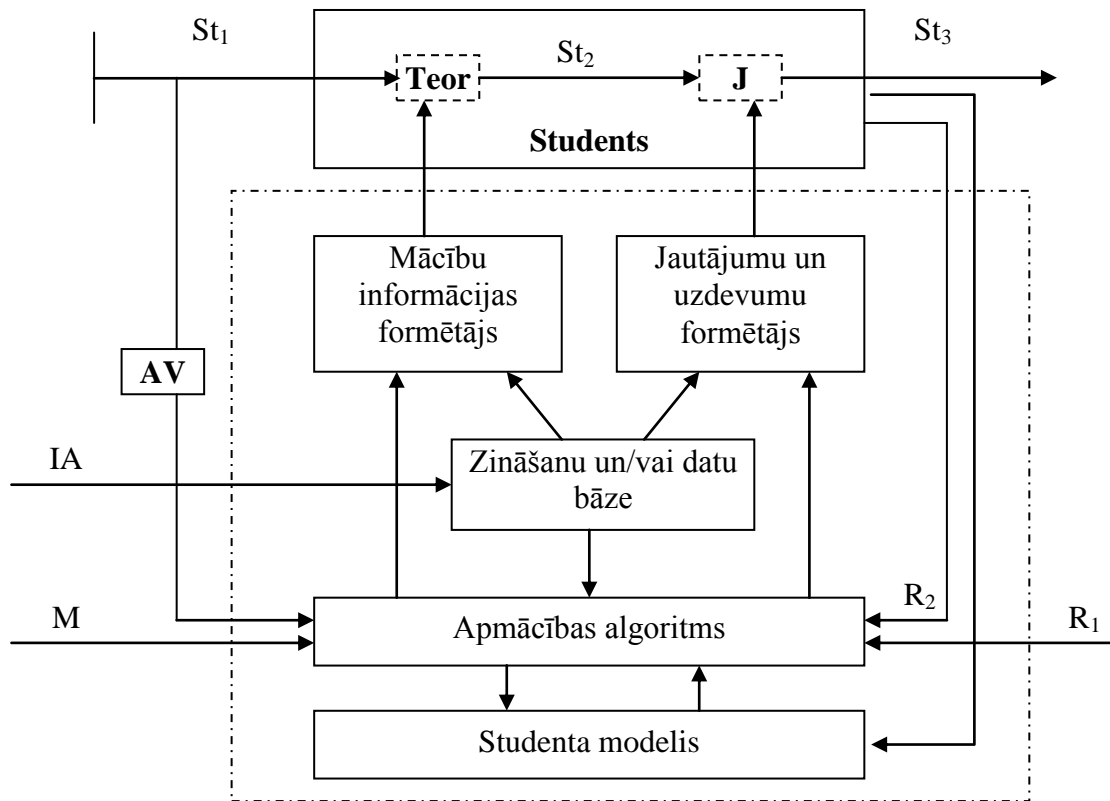
2.3. Datorizētās mācīšanās modelis

Mācīšanās procesu ietekmē vairāki faktori gan ārējie (apkārtējā vide, kurā strādā students, papildus informācija ārpus sistēmas, mērķi utt.), gan iekšējie (sistēmā esošā informācija, realizēti algoritmi un metodes, citi pieejamie sistēmas resursi).

Mācīšanās procesa modeļu izstrāde un pētīšana sākusies pagājušā gadsimta vidū. Vairāki zinātnieki piedāvāja savus modeļus:

- R. Slavin [115], kurš uzskata, ka mācīšanās efektivitāti ietekmē četri faktori: QAIT – programmas kvalitāte (Quality of instructions), atbilstoši programmas līmeņi (Appropriate levels of instruction), motivācija (Incentive) un laiks (Time);
- D. Laurillardas [94] “sarunas struktūra” (conversational framework) ļauj analizēt individuāla kursa prasības un noteikt izglītojošos līdzekļus šī kursa pasniegšanai;
- Y. Zaychenko [168] apgalvo, ka mācīšanās modeļus var iedalīt trijās klasēs: formālie, asociatīvi un labirinta bāzēti;
- pēc Merriam, S. and Caffarella [74] mācīšanās process ir jāanalizē no četriem skatu punktiem: uzvedības (behaviorism), kognitīvisms (cognitivism), humānisms (humanism), sociāls un situācijas (social and situational);
- L. Rastrigins [178] piedāvāja uzskatīt mācīšanās procesu par dināmiski pārvaldāmu sistēmu līdzīgi tehnisko sistēmu vadībai, kur galvenais pārvaldības objekts ir students. Zināšanu, iemaņu un prasmju iegūšanas procesa vadība notiek ar apmācības algoritma palīdzību, balstoties uz studenta eksponenciālo modeli un esošajiem resursiem.

Vairāki zinātnieki, aprakstot mācīšanās procesu, izmantoja L. Rastrigina modeli [104, 167]. Darbā [163] ir piedāvāta šī modeļa modifikācija, kura vislabāk atspoguļo datorizētās mācīšanās procesu (2.8. att.).



2.8. att. Mācīšanās procesa modelis

Tā galvenās sastāvdaļas ir šādas [163]:

- Students, kurš pirms apmācības (vai kārtēja informācijas bloka saņemšanas) atrodas stāvoklī St_1 . Pēc mācīšanās informācijas kvanta *Teor* saņemšanas un apgūšanas students nonāk stāvoklī St_2 . Atrodoties tajā, studentam tiek iesniegts uzdevums vai uzdots jautājums *J*, lai noskaidrotu vai iepriekš dota mācību viela ir apgūta. Pēc uzdevuma izpildes students nonāk stāvoklī St_3 . Būtībā, stāvoklis St_3 var būt uztverts divos veidos: kā beigu stāvoklis, ja tā ir apmācības (kursa) beigas un kā sākumstāvoklis nākamajam solim, t.i., kā St_1 nākamajam informācijas blokam. Tātad,

$$St_1 \rightarrow \text{Teor} \rightarrow St_2 \rightarrow J \rightarrow St_3.$$

Pēc katras tādas soļu kopas tiek izmainīts studenta modelis, t.i., noteikti tā parametri.

- Mācību informācijas (MI) formētājs griežas pie Zināšanu un datu bāzēm, lai noteiktu kāds mācību vielas kvants *Teor* ir jāpiedāvā konkrētam studentam konkrētajā brīdī. Pie

tam MI formētājs attēlo tos datus, ko nosaka apmācības algoritms, kas nodrošina adaptivitāti;

- Jautājumu un uzdevumu formētājs ģenerē uzdevumus J tēmas apgūšanas pārbaudei, ņemot vērā studenta darbu ar kursu līdz uzdevuma izpildes brīdim, kā arī pārējo informāciju, kas tiek glabāta studenta modelī;
- Datu bāze satur vispārējo informāciju par lietotājiem (studentiem, mācību spēkiem utt.), esošiem kursiem u.tml.;
- Zināšanu bāzē tiek glabāts modeļu kopums (priekšmeta modelis, tēmas modelis, dialoga scenāriji, zināšanu/eksperta modelis, studenta modelis). Tā var būt papildināta no ārējiem informācijas avotiem IA;
- Apmācības algoritms sastāv no divām daļām – atbilžu analizators un pārvaldības modulis. Balstoties uz iepriekš uzstādītiem mērķiem M, apkārtējās vides stāvokļiem AV, kā arī iekšējiem R_2 un ārējiem R_1 resursiem, algoritms nodod nepieciešamo informāciju Mācību informācijas un Jautājumu un uzdevumu formētājiem. Atbilžu analizators apstrādā ne tikai tās atbildes, kas bija sniegtas uz konkrētu uzdevumu vai uzdevumu kopu, bet arī studenta darbību, ko viņš/-a veica pēc informācijas apgūšanas. Pārvaldības modulis pēc apstrādes rezultātiem nosaka, kam un kādā veidā jāseko pēc apskatāma soļa.

Kā redzams, datorizētās mācīšanās process balstās uz vairākiem modeļiem, galvenais no kuriem ir studenta modelis.

2.4. Otrās nodaļas secinājumi

Nodaļā ir aprakstīti vispārējie jautājumi par datorizētās mācīšanās sistēmām (DMS) un to iespējām, kā arī dota DMS klasifikācija un izskatīts datorizētās mācīšanās modelis. Tādējādi, galvenie rezultāti ir šādi:

1. Aplūkotas datorizētās mācīšanās mūsdienu tehnoloģijas un datorizētās mācīšanās sistēmu iespējas, kā arī izvēlēti kritēriji DMS klasificēšanai.
2. Izpētītas 150 DMS un klasificētas pēc četriem kritērijiem: funkcionālās nozīmes (vispopulārākās joprojām ir testēšanas sistēmas un programmas – 42%, toties arvien izplatītākas kļūst virtuālās pasaules – 10%); atgriezeniskās saites organizēšanas veidiem (visbiežāk izmantojamie ir e-pasts – 56% un tērzēšana/forumi/debates – 31%); lietotāju kategoriju skaita (visās sistēmās ir paredzēts students un lielākajā daļā administrators, kas parasti apvienots ar mācībspēku – 68%); kursa adaptīvas mācīšanās nodrošināšanas

(diemžēl DMS lielākajā daļā 38% adaptācija nav nodrošināta vai realizēta tikai mācību objekta atkārtota izvade – 15%).

3. Par datorizētās mācīšanās modeli tika piedāvāts izmantot L. Rastrigina modificēto modeli, kurā mācību process ir līdzīgs dināmiski pārvaldāmai sistēmai un students ir galvenais pārvaldības objekts, bet sistēmas vadība balstās uz studenta un citiem modeļiem.

Rezultāti parāda, ka kursu izveides laikā lielākoties uzmanība tiek pievērsta tehnoloģiskajiem jautājumiem – atgriezeniskās saites nodrošināšanai, mācību vielas reprezentēšanas tehnoloģijas un citi, bet adaptācijas problēma nav detalizēti izpētīta. Toties DMS adaptivitātes un adaptējamības īpašības palīdz paaugstināt apmācības efektivitāti, uzlabot mācību vielas apgūšanas rezultātus. Savukārt, šo īpašību realizēšana ir pilnīgi atkarīga no sistēmā izmantojamajiem modeļiem, kas ietekmē mācīšanās procesu. Tādēļ darbā ir izsmeltoši izpētīti šie modeļi: mācību vielas, studenta un eksperta.

3. MODEĻI DATORIZĒTĀS MĀCĪŠANĀS SISTĒMĀS

3.1. Modeļi mācīšanās sistēmās

Efektīvam datorizētās mācīšanās (DM) procesam DM sistēmās tiek izmantoti trīs galvenie modeļi: studenta modelis, mācību vielas (priekšmeta, tēmas) modelis un zināšanu jeb eksperta modelis.

Mācību vielas modelis jeb priekšmeta modelis, sastāv no tēmām, kas savā starpā ir saistīti ar svērtiem lokiem, kuri norāda, kas un kad ir jāpasniedz. Savukārt, tēmas arī tiek attēlotas kā modeļi un iekļauj sevī mācību vielas „daļas” un uzdevumus, kas tāpat savienotas ar svērtiem lokiem.

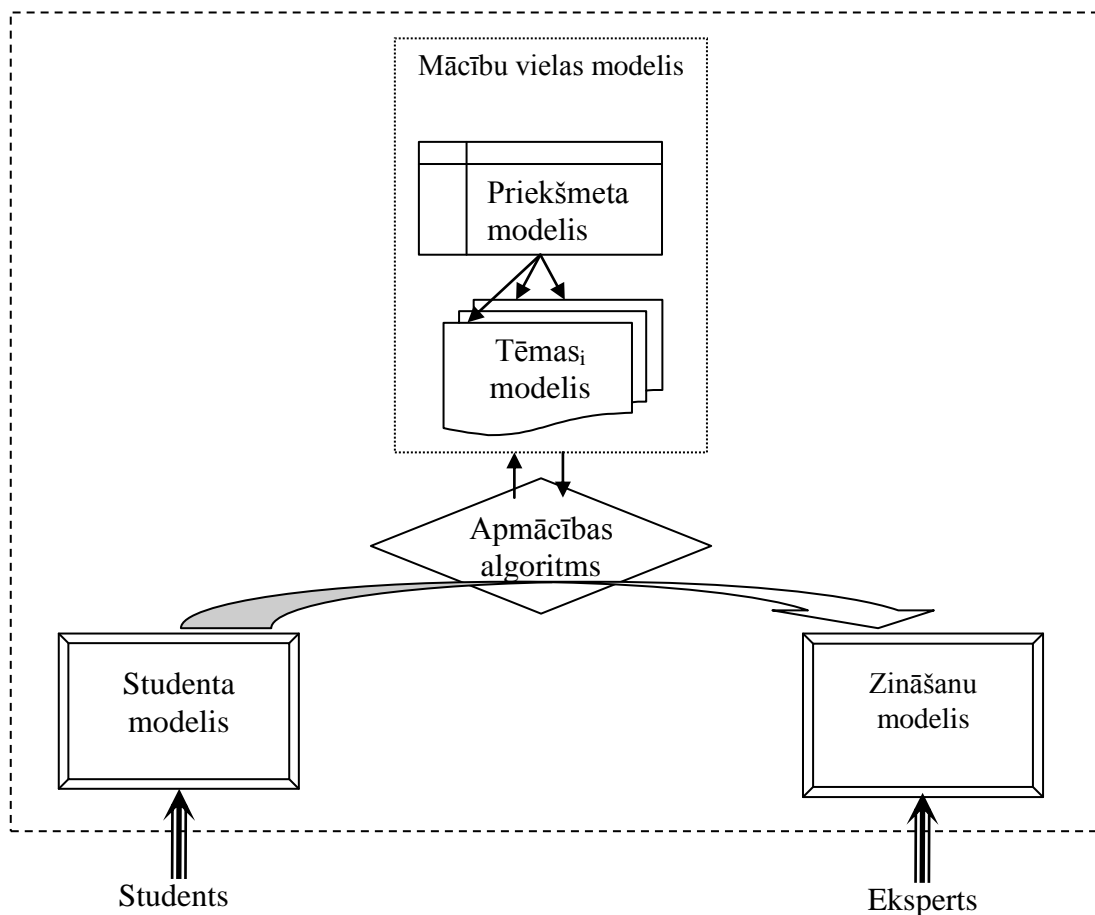
Zināšanu/experta modelis attēlo, kas studentam jāpasniedz pēc konkrētā kursa (tēmas) mācīšanās. Šeit varbūt izmantoti divi modeļi – atsevišķi zināšanu un eksperta. Zināšanu modelis, kā redzams pēc nosaukuma, parāda kādas zināšanas, iemaņas un prasmes un kādā līmenī jāpagūst studentam, savukārt, eksperta modelis ietver papildus citus raksturlielumus, atbilstošus noteiktai specialitātei. Piemēram, profesionālās psiholoģiskās īpašības, sociālās prasmes u.c.

Studenta modelis ietver visu informāciju, kas ir nepieciešama adaptīvas kursa mācīšanas organizēšanai: iepriekšējās zināšanas, psiholoģiskās īpašības, tekošais darbs. Visi šie dati ietekmē gan mācīšanas procesu, gan tā rezultātu.

Mācību vielas un zināšanu/experta modeļi ir pēc būtības statiski, jo tiek izstrādāti pirms kursa mācīšanas sākuma, un informācija tajos nemainās visa procesa laikā. Protams, tie var būt modificēti, bet tā ir viena no mācībspēka vai mācību vielas autora iespējām, kas jānodrošina DM sistēmās. Taču informācija, kas tiek glabāta studenta modelī, pastāvīgi mainās atkarībā no viņa/-s darba ar kursu (priekšmetu, tēmu).

Modeļu sasaistē liela nozīme ir arī dialoga scenārijam, kas nosaka kādā veidā tiks pasniegta konkrēta kursa sadaļa, ņemot vērā iepriekš sastādītos tēmu (priekšmeta) modeļus un dināmiski pārveidojamu informāciju, kas tiek glabāta studenta modelī. Dialoga scenārijs ir algoritms, bet var arī būt attēlots grafa veidā. Tādējādi, dialoga scenārijs arī varbūt uzskatīts par modeli, kas ietekmē mācīšanas procesu un tā iznākumus. Pēc sekmīgas kursa apgūšanas students var kļūt par speciālistu konkrētajā jomā, kas tiek noteikts salīdzinot viņa/-s rezultātus ar zināšanu modeli, kas ir konkrēta priekšmeta mācīšanas mērķis.

Studenta, mācību vielas un eksperta modeļu sasaiste ir parādīta 3.1. attēlā.



3.1. att. DMS modeļu sasaiste

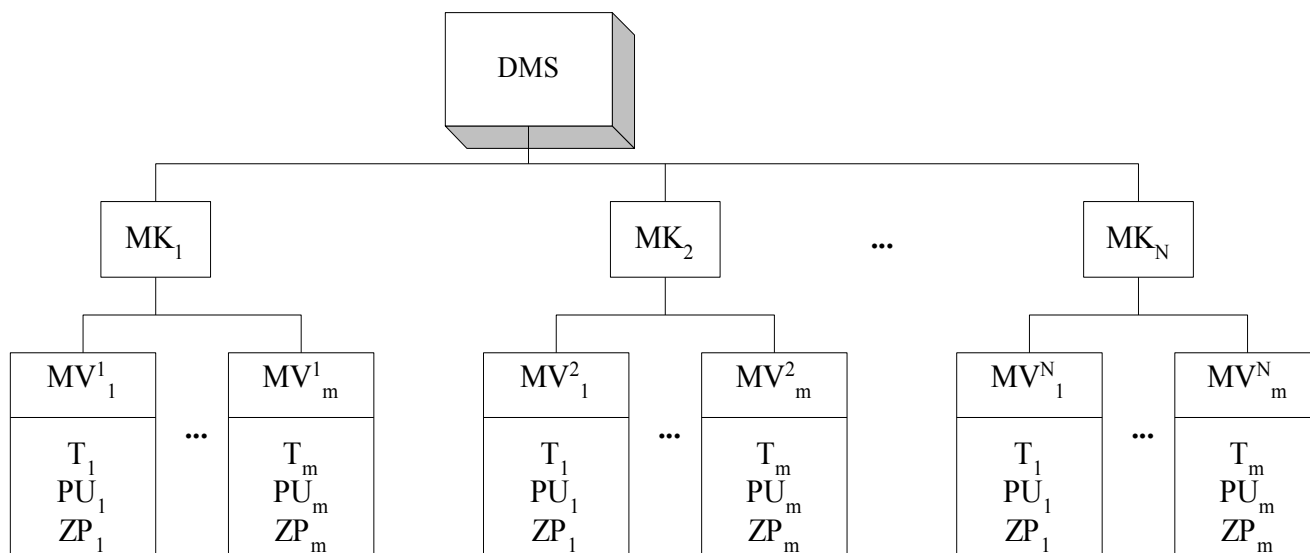
3.2. Priekšmeta modelis

Priekšmeta modeli var uzskatīt par apmācības procesa pamatu, jo tas nosaka “ko mācīt?”, kas ir viens no didaktikas bāzes jautājumiem. Tās ietver sevī visu teorētisko informāciju un zināšanu pārbaudes uzdevumus, kas ir paredzēti konkrētajā kursā. Pie tam tas (kurss) ir sadalīts tā, lai būtu iespējams organizēt apmācību dažādiem līmeņiem, mācību programmām, utt.

3.2.1. Priekšmeta un tēmu modeļi

Datorizētais mācību kurss – tas ir savstarpēji savienoto mācību moduļu kopa, kas ir paredzēta viena priekšmeta apgūšanai [167]. Mācību modulis ir loģiski apvienoto mācību informācijas kvantu kopa, kas tiek izmantota nepieciešamo zināšanu, iemaņu un prasmju iegūšanai.

Datorizētās mācīšanās sistēma var ietvert sevī vairākus mācību kursus MK, kas ir iedalīti mācību vielas (MV) moduļos, kas, savukārt, ietver sevī teorētisko informāciju T, praktiskus uzdevumus PU un zināšanu pārbaudes uzdevumus ZP (3.2. att.).



3.2. att. DMS hierarhija

Mācību kursa izstrāde paredz šādus soļus [162]:

1. Noteikt mērķi (t.i., zināšanu, iemaņu un prasmju līmenis, kas jāasniedz studentam pēc kursa apguves) un nolūku [171]:
 - a) zināšanu, iemaņu un prasmju iegūšana – teorētiskās informācijas apgūšana, kā arī vienkāršāko uzdevumu izpilde, kas palīdz studentiem saprast dažādu objektu būtību, īpašības, sasaisti, u.tml.;
 - b) iegūto zināšanu, iemaņu un prasmju nostiprināšana – audzina studentiem spēju saprast likumus, vērot, eksperimentēt, risināt uzdevumus, līdzīgus iepriekš pildītiem;
 - c) iegūto zināšanu, iemaņu un prasmju lietošana – prasa no studentiem patstāvīgu darbu mācību jaunos apstākļos (eksperiments, novērošana, objekta parādības, sakarību detalizēts apraksts);
 - d) iegūto zināšanu, iemaņu un prasmju līmeņa pārbaude – paredz zināšanu kontroles uzdevumu izpildi, pēc kuras var spriest par studenta darba rezultātu.
2. Sagatavot kontroles uzdevumus, pēc kuru izpildes rezultāta var viennozīmīgi noteikt iegūto zināšanu, iemaņu un prasmju līmeni. Tādi uzdevumi parasti tiek noformēti atsevišķi, kā beigu zināšanu pārbaude.
3. Izstrādāt priekšmeta modeli, balstoties uz kuru noteikt atsevišķas kursa tēmas un to mācīšanas secību.

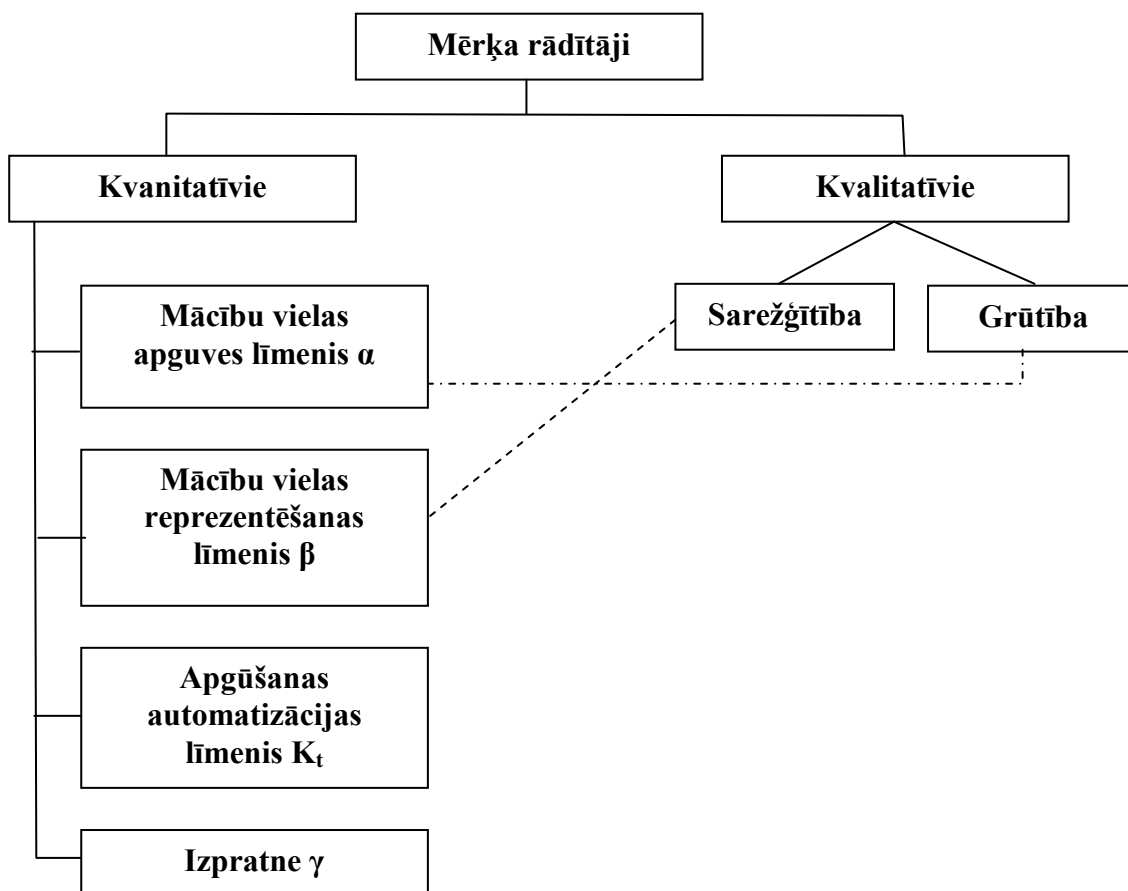
4. Izveidot mācību moduļus katrai tēmai.
5. Izstrādāt pārvaldības metodes kursā iekļauto mācību moduļu secības noteikšanai.

Mācību moduļa izstrādes pamatetapi ir šādi [167]:

- ◆ tēmas mācīšanas mērķa noteikšana – zināšanu, iemaņu un prasmju kopa un līmenis (iepazīšanās, reprodukcija, iemaņas un prasmes, transformācija), kas ir jāiegūst studentam tēmā;
- ◆ kontroles uzdevumu sagatavošana tēmas apguves pārbaudei;
- ◆ mācību moduļa tipa (tikai teorētiska informācija, zināšanu pārbaude, zināšanu pārbaude ar apmācības elementiem, apmācība) un veida (lineārs, sazarots, daudzlīmeņu) izvēle;
- ◆ jēdzienu mācīšanas secības noteikšana, izmantojot tēmas modeli;
- ◆ mācību vielas kvantu (mācību objektu) sagatavošana;
- ◆ dažādas grūtības un tipu uzdevumu formēšana, lai pārbaudītu katra jēdziena izpratni, kā arī nepieciešamo iemaņu un prasmju iegūšanu;
- ◆ gaidāmo atbilžu sagatavošana uzdevumiem, kas tiek iesniegti studentiem, vai to ģenerēšanas algoritma apraksts;
- ◆ pārējo mācību objektu formēšana (papildus jautājumi neprecīzām vai nepareizām atbildēm, komentāri utt.);
- ◆ dialoga scenārija izstrāde, kā arī izmantošanas paņēmiena noteikšana (pilnīgi datorizēts, daļēji datorizēts, iepriekš sastādīts);
- ◆ lietotāja saskarnes izveide un multimedija līdzekļu izvēle katra informācijas kvanta attēlošanai;
- ◆ mācību moduļa implementēšana, izmantojot izvēlētas tehnoloģijas (multimedija, tīmekļa, utt.);
- ◆ mācību moduļa atklūdošana un testēšana;
- ◆ mācību moduļa ekspluatācijas organizēšana dažādās studentu grupās.

No DMK nolūka būs atkarīga kursa struktūra, kas ir loģiski saistītu moduļu kopums [159]. Katrs modulis sastāv no mācību vielas kvantiem (3.2. att.).

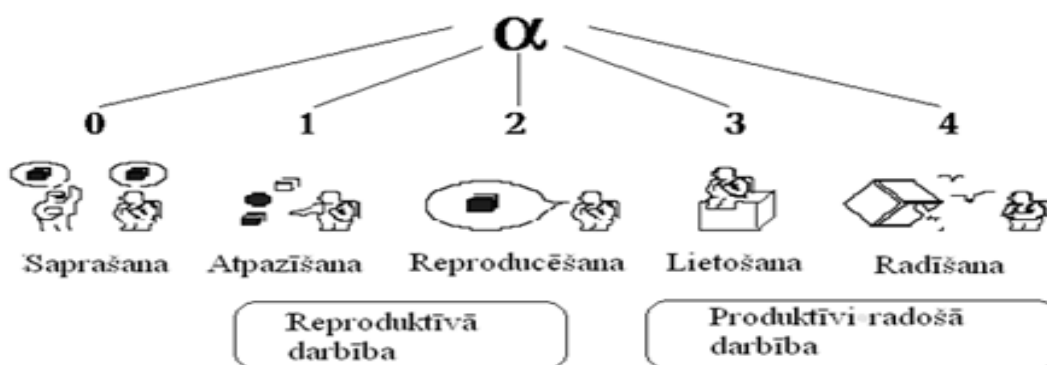
Izstrādājot priekšmeta modeli, ir jāņem vērā mērķa rādītāji, kas var būt iedalīti divās grupās: kvantitatīvie un kvalitatīvie rādītāji [155, 181] (3.3. att.). Kvantitatīvie ietver sevī mācību vielas apguves līmeni, mācību vielas reprezentēšanas līmeni, apgūšanas automatizācijas pakāpi un izpratni. Savukārt, kvalitatīvie ir mācību vielas sarežģītība un grūtība.



3.3. att. Mērķa rādītāji

Mācību vielas apguves līmeņa rādītāji klasificē mācību vielas saprašanas līmeni un prasmi izmantot iegūtas zināšanas. Šī klasifikācija ļauj skaidri formulēt didaktiskos mērķus, sastādot priekšmeta modeli. Dažās zināšanas studentam jāprot lietot, lai risinātu uzdevumus, bet ir informācija, ar kuru pietiekami tikai iepazīties.

Eksistē pieci mācību vielas apguves līmeņi: saprašana, atpazīšana, reproducēšana, lietošana un radoša darbība [155, 181] (3.4. att.).



3.4. att. Mācību vielas apgušanas līmeņa rādītāji

“Nulles” līmenis (saprašana) – tas ir līmenis, kad students var saprast jaunu informāciju. Šis līmenis pēc būtības nav mācību vielas apgūšanas līmenis. Studenta darbību šajā līmenī sauc par saprašanu.

Pirmais līmenis (atpazīšana) – tas ir mācību objektu un procesu atpazīšana, ja agrāk apgūtā informācija tiek attēlota atkārtoti vai arī ir jāveic kādas darbības ar iepriekš izskatītiem objektiem. Piemēram, izvēlēties mācību objektu no citiem dotiem. Šī līmeņa studenta darbību nosacīti sauc par atpazīšanu un zināšanas, uz kurām tā balstās, – zināšanas pazīšanas.

Otrais līmenis (reproducēšana) ir iepriekš apgūto zināšanu reproducēšana, sākot ar kopēšanu (informācijas attēlošana no galvas) un beidzot ar lietošanu tipisko uzdevumu un problēmu risināšanas laikā. Otrā līmeņa darbību sauc par reproducēšanu un zināšanas, kas ir tā pamatā, par zināšanām kopijām.

Trešais līmenis (lietošana) – tas ir tāds mācību vielas apgūšanas līmenis, kad students ir spējīgs patstāvīgi reproducēt un pārveidot (apstrādāt) iegūto informāciju, lai apspriestu zināmus objektus un lietotu to dažādu netipisku (reālu) uzdevumu risināšanai. Pie tam students prot ģenerēt subjektīvi viņam jaunu informāciju par objektiem un darbībām ar tiem. Trešā līmeņa darbību sauc par lietošanu un zināšanas, uz kurām tā balstās, zināšanas prasmes.

Ceturtais līmenis (radoša darbība) ir tāds mācību vielas apgūšanas līmenis, kad students ir spējīgs radīt objektīvi jaunu informāciju par objektu, kas vēl nebija nevienam zināma.

Mācību vielas apgūšanas līmenis tiek apzīmēts ar α , $\alpha = \{0, 1, 2, 3, 4\}$.

Lai mērītu mācību vielas apgūšanas pakāpi katrā līmenī, izmanto koeficientu

$$K_{\alpha} = P_1 / P_g, \quad (1)$$

kur P_1 ir pareizi izpildītu būtisku operāciju skaits testēšanas procesā;

P_g ir kopējais būtisku operāciju skaits testā vai testu kopā.

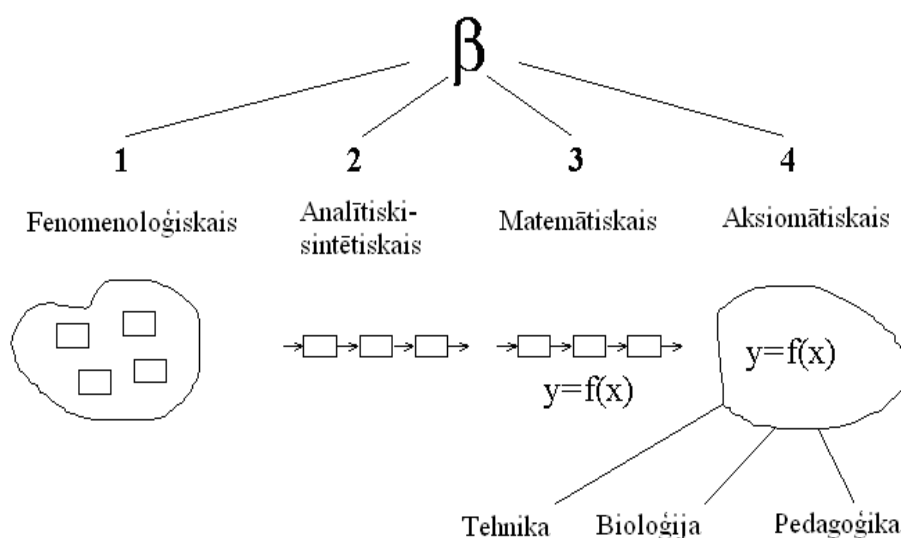
Būtiskās operācijas ir tādas, kas tiek izpildītas pārbaudāmajā līmenī α . Operācijas, kas pieder zemākajam līmenim netiek uzskatītas par būtiskajām.

Ja $K_{\alpha} < 0.7$, tad ir jāturpina apmācības process (jāpārvalda tas), bet kad $K_{\alpha} \geq 0.7$ – iestājas pašorganizēšanas periods, t.i., mācīšanās process var būt nepārvaldāms [155].

Mācību vielas reprezentēšanas līmeņa rādītājiem izšķir četras mācību vielas reprezentēšanas formas, kas atbilst dažādiem apraksta abstrakcijas līmeņiem (3.5. att.):

1. Fenomenoloģiskais (apraksta) līmenis, kurā ar dabīgo valodu apraksta, konstatē faktus, parādības, procesus un jēdzienus. Dod to klasifikācijas.

2. Analītiskais un sintētiskais apraksts (kvalitātes teoriju līmenis), kurā lieto gan dabisko, gan loģikas valodu atsevišķu parādību teorijas izklāstam, kas rāda priekšnosacījumus parādību un procesu rezultātu noteikšanai kvalitatīvā līmenī.
3. Matemātiskais apraksts (kvantitatīvu teoriju līmenis). Šeit matemātiskajā valodā apraksta atsevišķu parādību teoriju. Matemātisko modeļu lietošana dod iespēju noteikt parādību un procesu rezultātus kvantitatīvā līmenī.
4. Aksiomātiskajā aprakstā formulē likumus, kuriem ir starpdisciplīnu kopība. Tādu aprakstu piemērus var atrast kibernetikā, filozofijā, sistēmu teorijā.



3.5. att. Mācību vielas reprezentēšanas līmeņa rādītāji

Mācību vielas reprezentēšanas līmenis tiek apzīmēts ar β koeficientu, kas tiek saukts par zinātnes pakāpi. Tā vērtības var būt 1, 2, 3 vai 4.

Apgūšanas automatizācijas pakāpe raksturo prasmes kā iemaņas, apgūstot mācāmas darbības, kas dažreiz tiek prasīts apmācības procesā. Lai izmērītu šo pakāpi izmanto koeficientu

$$K_c = t_1 / t_g, \quad (2)$$

kur t_1 ir laiks, kas ir nepieciešams speciālistam, lai izpildītu testu (uzdevumu kopu);

t_g laiks, kas ir nepieciešams studentam tā paša testa (uzdevuma) izpildei.

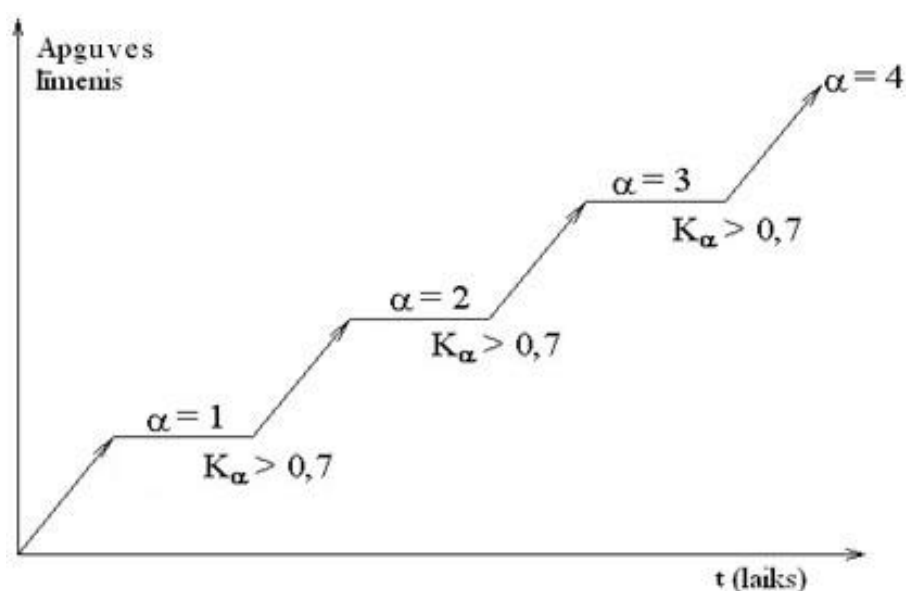
Darbību veikšanas **izpratne** vienmēr bija augsti vērtējama, jo tā liecina par to, ka students prot patstāvīgi pieņemt lēmumus dažādu uzdevumu un problēmu risināšanā, lietot savas zināšanas un attīstīties tālāk. Ja visas darbības tiek veiktas apzināti, tad students prot paskaidrot savu paņēmienu un tehnoloģiju izvēli.

Izšķir trīs apzināšanas pakāpes $\gamma = 1, 2, 3$:

- ✓ $\gamma = 1$. Students pamato savu izvēli, balstoties uz pasniedzama priekšmeta (tēmas) informāciju (mācību vielu);
- ✓ $\gamma = 2$. Students paskaidro savu izvēli, ņemot vērā ne tikai apgūstama priekšmeta informāciju, bet izmantojot arī kāda saistīta kursa mācību vielu;
- ✓ $\gamma = 3$. Studenta izvēle ir pamatota ar informāciju no dažādiem priekšmetiem ar plašām starpdisciplinārām saitēm.

Mācību vielas sarežģītība. Relatīva vērtība, kas ir saistīta ar mācību vielas reprezentēšanas līmeni β . Ja students var saprast pasniedzamo materiālu konkrētajā līmenī, tad tā pasniegšana viņam neliekas sarežģīta. Piemēram, ja studenta specialitāte ir humanitāra, tad viņam būs sarežģīti saprast matemātiska materiāla izklāstu augstākā līmenī. Princips no “viegla uz sarežģītu” nozīmē pāreju no zemākā līmeņa ($\beta = 1, 2$) uz augstāko ($\beta = 3, 4$) apmācības laikā.

Mācību vielas grūtība. Arī relatīva vērtība, kas ir saistīta ar mācību vielas apguves līmeni α . Jo augstāks apguves līmenis, jo lielāka grūtība mācību objektiem. Pie tam ir jāņem vērā arī tas, ka pāriet iespējams tikai uz tuvāko (nākamo) augstāko līmeni. Pāreja no tekoša uz vairāk kā par vienu augstāko līmeni var izraisīt problēmas. Šim procesam jābūt organizētam pakāpeniski [155] (3.6. att.). Tādējādi, ja kāda līmeņa α studenta apguves pakāpe ir lielāka par 0.7 (t.i., vismaz apmierinoši), tad α palielinās, līdz ar ko palielinās arī mācību objektu grūtība.



3.6. att. Racionāla apmācības secība

3.2.2. Mācību objektu modeļi

Mūsdienās populārs termins ir mācību objekts (MO, learning object) [13, 72, 73, 95, 103, 127, 132]. Mācību objekts var būt izskatīts divos līmeņos: makro (tēma, sadaļa) un mikro (mācību vielas kvants) [103, 167]. Pastāv vairākas mācību objekta definīcijas. Piemēram,

- mācību objekts ir modulāri digitāli resursi, kas ir unikāli identificēti, apzīmēti ar metadatiem un var būt lietoti mācīšanas atbalstīšanai [73, 132];
- jebkurš digitāls avots, kas var būt atkārtoti lietots mācīšanas atbalstīšanai [73, 132];
- jebkura entīcija, digitāla vai nedigitāla, kas var būt lietota, atkārtoti lietota un atsaukta tehnoloģiju atbalstītas mācīšanas laikā [73].

No definīcijām var redzēt, ka, būtībā, MO ir jebkurš materiāls, kas var būt izmantots mācīšanai.

Veidojot mikro līmeņa mācību objektu, ir jānodrošina šādas galvenās īpašības [103]:

- ✓ tie ir mazi mācību vielas kvanti, kas ilgst no 2 līdz 15 minūtēm;
- ✓ tie ir noslēgušies, t.i., var būt izmantoti atsevišķi;
- ✓ atkārtoti lietojami (katrs objekts var būt izmantojams dažādos kontekstos dažādiem nolūkiem);
- ✓ var būt apkopoti vienā grupā (piemēram, tēmā, kursa sadaļā);
- ✓ apzīmēti ar metadatiem (katrs MO ir aprakstīts, lai to varētu viegli atrast) [72].

Ņemot vērā MO definīcijas un galvenās īpašības, var secināt, ka mikro līmeņa mācību objektiem var būt dažādi tipi: galvenais MO (teorētiskā informācija); paskaidrojums; piemērs; jautājums; uzdevums; komentārs utt.

Mācību objekti (MO) var būt iedalīti divās lielās grupās: mācību objekts teorētiskā informācija (MOI) un mācību objekts uzdevums (MOU) [160].

Tādējādi, izmantojot Bekusa notācību (3)

$$\langle \text{MO} \rangle ::= \langle \text{MOI} \rangle \mid \langle \text{MOU} \rangle. \quad (3)$$

MO informācija paredzēts mācību vielas apgūšanai un var iekļaut sevī vairākus informācijas veidus, kas apzīmē dažādu detalizācijas pakāpju aprakstus:

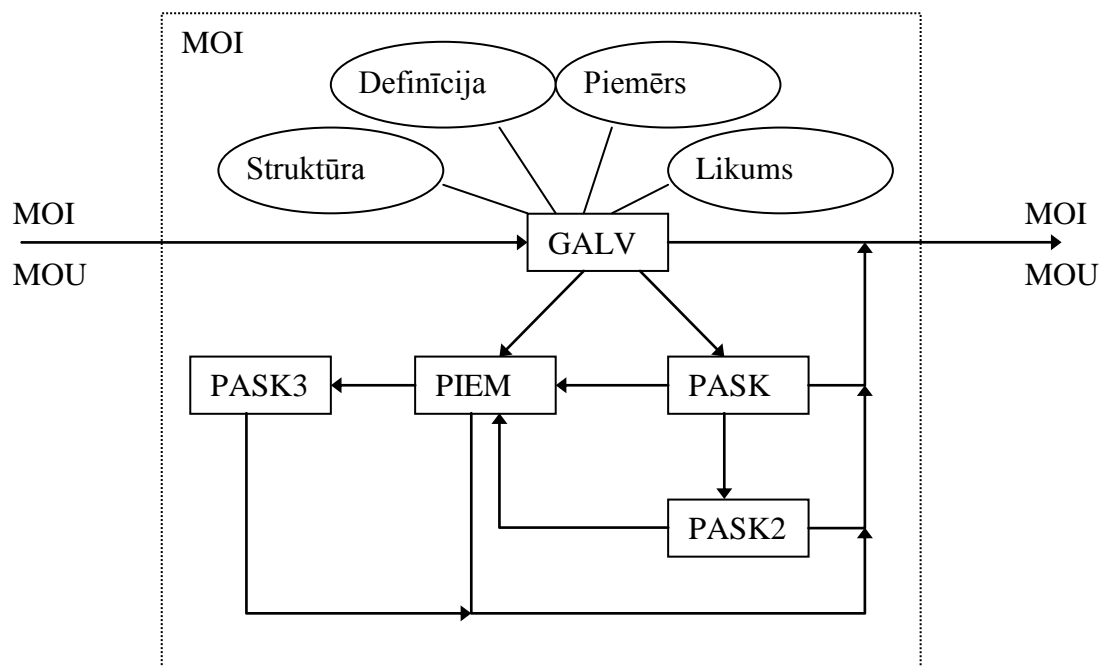
- ✓ GALV – galvenais MOI, kas ir īsa informācija par apgūstamo priekšmeta (tēmas) jēdzienu. Šie objekti sastāda priekšmeta modeļa pamatkarkasu un ir obligāti apgūšanai visiem studentiem;

- ✓ PIEM – piemērs, kas paskaidro GALV. Pēc mācībspēka norādījumiem var būt obligāts noteikta sagatavošanas līmeņa studentiem, taču pastāv iespēja izmantot to, kā papildus elementu;
- ✓ PASK – detalizētāka informācija par apgūstamo jēdzienu. Līdzīgi MOI-PIEM;
- ✓ PASK2 – vairāk detalizēta un izsmeļoša informācija par apgūstamo jēdzienu;
- ✓ PASK3 – detalizēts piemēra izskaidrojums.

Tādējādi, pēc Bekusa notācījas MOI var būt attēlots šādi (4):

$$\begin{aligned} \langle \text{MOI} \rangle ::= & \langle \text{GALV} \rangle \mid \langle \text{GALV} \rangle \langle \text{PIEM} \rangle \mid \langle \text{GALV} \rangle \langle \text{PASK} \rangle \mid \langle \text{GALV} \rangle \langle \text{PIEM} \rangle \\ & \langle \text{PASK3} \rangle \mid \langle \text{GALV} \rangle \langle \text{PASK} \rangle \langle \text{PIEM} \rangle \mid \langle \text{GALV} \rangle \langle \text{PASK} \rangle \langle \text{PASK2} \rangle \mid \langle \text{GALV} \rangle \\ & \langle \text{PASK} \rangle \langle \text{PASK2} \rangle \langle \text{PIEM} \rangle \mid \langle \text{GALV} \rangle \langle \text{PASK} \rangle \langle \text{PIEM} \rangle \langle \text{PASK3} \rangle \mid \langle \text{GALV} \rangle \langle \text{PASK} \rangle \\ & \langle \text{PASK2} \rangle \langle \text{PIEM} \rangle \langle \text{PASK3} \rangle. \end{aligned} \quad (4)$$

Galvenajam MOI, t.i., GALV ir četri tipi: Definīcija, Struktūra, Piemērs, Noteikums (Likums). Objekta tips ir atkarīgs no tā, kāda informācija par jēdzienu tajā ir iekļauta [164, 169]. MOI struktūra ir parādīta 3.7. attēlā.



3.7. att. MOI struktūra

MO uzdevums ir paredzēts praktiskai mācību vielas apgūšanai, izpildot kādu uzdevumu. Tas sastāv no divām pamatdaļām: uzdevums vai jautājums (UZD) un komentārs (KOMENT). Savukārt, uzdevuma teksts arī var ietvert divas (vai vairākas) daļās: kopējais

uzdevums (G_UZD) un individuāli ģenerēti tā izpildes nosacījumi un noteikumi (I_UZD).

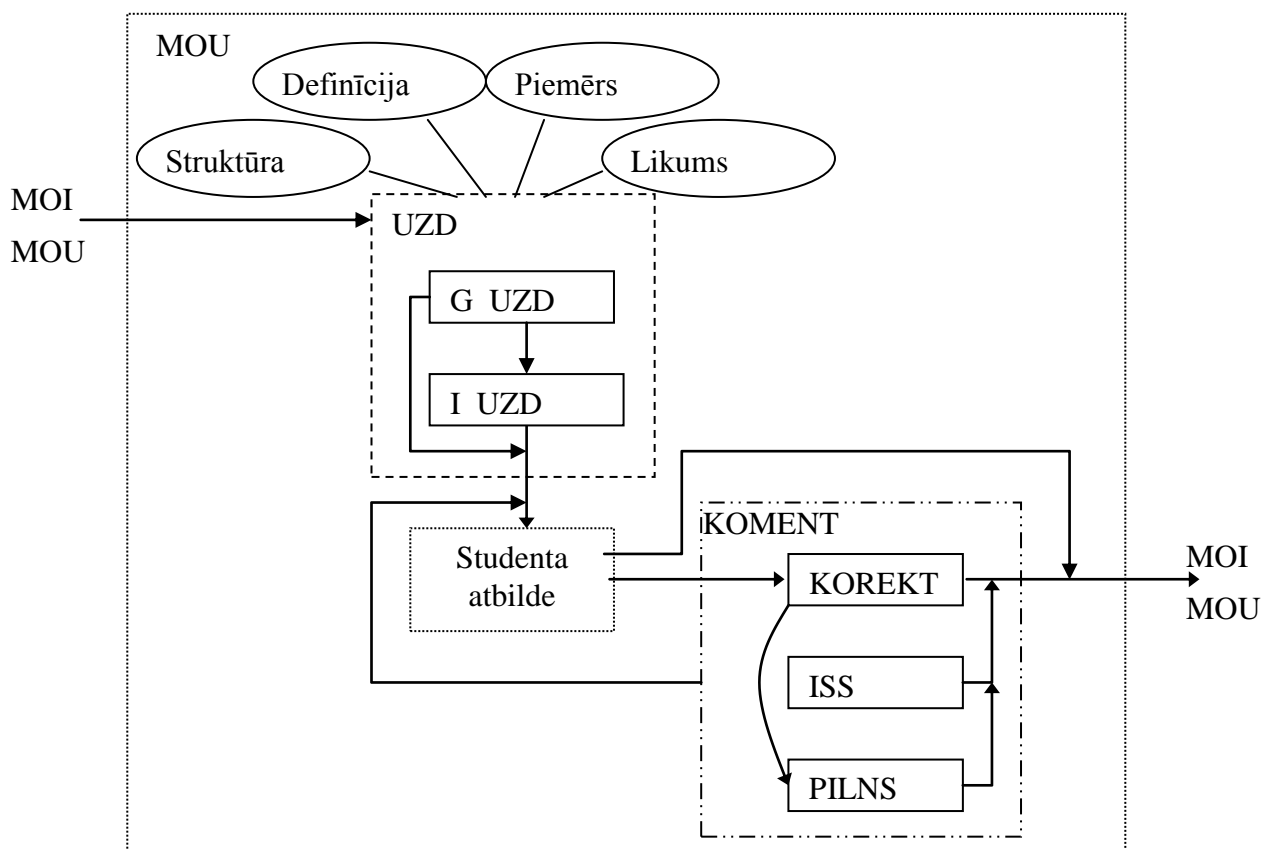
Komentāram arī var būt vairāki tipi:

- KOREKT – pareizības komentārs (pareizi, nepareizi, neprecīzi);
- ISS – īss paskaidrojums;
- PILNS – detalizēts izskaidrojums.

Tad, izmantojot Bekusa notācību, MOU izskatās šādi:

$$\begin{aligned}
 \langle \text{MOU} \rangle &::= \langle \text{UZD} \rangle \mid \langle \text{UZD} \rangle \langle \text{KOMENT} \rangle, \\
 \langle \text{UZD} \rangle &::= \langle \text{G_UZD} \rangle \mid \langle \text{G_UZD} \rangle \langle \text{I_UZD} \rangle, \\
 \langle \text{KOMENT} \rangle &::= \langle \text{KOREKT} \rangle \mid \langle \text{KOREKT} \rangle \langle \text{ISS} \rangle \mid \langle \text{KOREKT} \rangle \langle \text{PILNS} \rangle \mid \\
 &\quad \langle \text{KOREKT} \rangle \langle \text{ISS} \rangle \langle \text{PILNS} \rangle.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Uzdevuma tips (UZD) atbilst galvenā MOI tipam, pēc kura apgūšanas tas ir paredzēts izpildei. MOU struktūra ir redzama 3.8. attēlā.



3.8. att. MOU struktūra

Gan MO informācija, gan MO uzdevums var būt iepriekš (pirms kursa mācīšanas sākuma) sagatavoti, apvienoti struktūrā un iekļauti DMS Zināšanu bāzē (ZB). Tāpat arī ir iespēja tos ģenerēt mācīšanas procesa gaitā, atkarībā no citiem modeļiem, kas ir iekļauti ZB.

3.2.3. Priekšmeta modeļu attēlošanas veidi

Priekšmeta modelis, kas tiek izmantots sistēmā Guide Creator 2.0 [44] ir hierarhiski sakārtota objektu un to atribūtu kopa. Mācību viela var iekļaut sevī tekstu, grafiskos vai multimedija elementus. Mācību vielas (MV) struktūra sastāv no vispārējās informācijas, hierarhiskās nodaļu, apakšnodaļu un sadaļu kopas, kā arī kontroles uzdevumu kopas. Šis modelis varbūt izmantots jebkura MV veida attēlošanai. Modelī ir tikai bāzes elementi un tas ir atvērts izmaiņām. Tas ir aprakstīts, izmantojot XML/DTD, kas ir iekļauts XML standartos. Darbam ar modeli tiek izmantots šablons, kas ir savā veidā prototips MV radīšanai XML-dokumenta formātā. Formāla modeļa apraksta fragments ir parādīts 3.9. attēlā.

```
...
<!ELEMENT guide (course?, home, chapters+, appendixes?)>
<!ELEMENT course (#PCDATA)>
<!ELEMENT home (guidetitle, shorttitle?, revision, year, pu48onferenc authors, abstract?,
copy?)>
...
<!ELEMENT chapters (chapter*, chapters*)>
<!ELEMENT chapter (number, title, shorttitle?, paragraphs?, chapters?)>
<!ATTLIST chapter
mandatory (base | additional | sp48onferenc""""erception (theory | practice | any)
,, ""omplexity (simple | middle | complex) ,, ""esiregrade (3 | 4 | 5 | pass) ,, ""<!ELEMENT
paragraphs (paragraph*)>
...
```

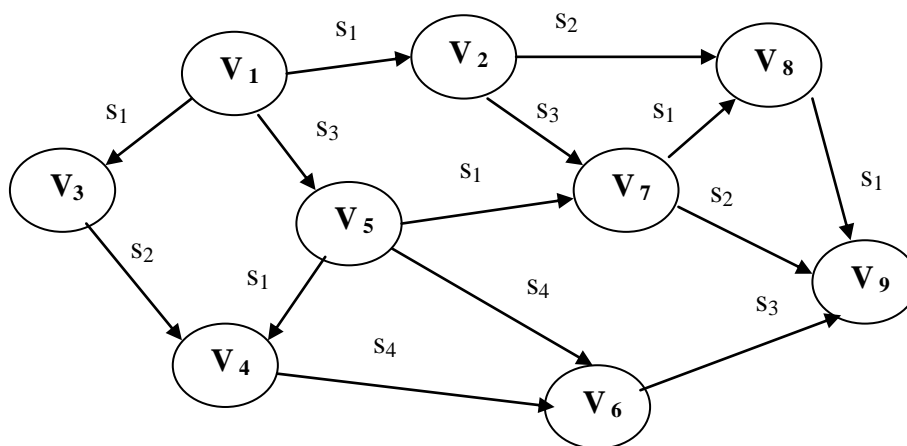
3.9. att. Priekšmeta modeļa formāla apraksta piemērs

Kā jau bija minēts, priekšmets sastāv no vairākām tēmām, kas savā starpā ir savienotas. Pie tam tēmu saitēm ir nozīme jeb svars, jo var būt tāda situācija, ka ir nepieciešams tikai iepazīties ar tekošo, lai pārietu pie nākamās vai arī ja studentam ir pietiekami augsts zināšanu līmenis, tad ir iespējams, ka ir jāizpilda tikai daži uzdevumi un tad var turpināt kursa apgūšanu. Tādējādi, priekšmeta modelis ir orientēts grafs ar svērtiem lokiem G (V, S) [167]. Grafa virsotnes attēlo mācību objektus un loki parāda saites starp tiem (3.10. att.). Saitēm var būt četri tipi [167]:

s_1 – tekoša MO apgūšanai ir nepieciešamas pamatzināšanas par iepriekšējo/-iem;

s_2 – strādājot ar tekošo MO, ir daudz jāgriežas pie iepriekšēja/-u objektu informācijas;

s_3 – lai apgūstu tekošo MO, ir nepieciešamas speciālas zināšanas no iepriekšēja/-iem;
 s_4 – lai apgūstu tekošo MO un lietotu praktiski iegūtu informāciju, ir nepieciešamas labas zināšanas par iepriekšēju/-iem objektiem.



3.10. att. Grafa veida priekšmeta modelis

Katra grafa virsotne ir vektors, kas attēlo nepieciešamu informāciju par tēmu, t.i., tēmas identifikators ID; mācīšanas programmas identifikators P_ID, kurai ir paredzēta šī tēma; specialitātes identifikators S_ID; tēmas apgūšanas laiks L (maksimālais/minimālais ilgums); grūtības līmenis GL; nozīmība N. Tātad, grafa virsotne izskatās šādi (6):

$$V_i = \{ID, P_ID, S_ID, L, GL, N\}. \quad (6)$$

Vēl viens paņēmiens, kā attēlot priekšmeta modeli ir hiperteksta tezaurs. Hiperteksts ir attiecināms uz loģiski lingvistiskajiem modeļiem, kas ir paredzēti semantiskās informācijas sistematizēšanai, glabāšanai, uzkrāšanai un modificēšanai [175]. Hiperteksta galvenā sastāvdaļa ir tezaurs, kas nodrošina jēdzienu sasaisti, kura, savukārt, apraksta priekšmetisko jomu.

Tādējādi, mācību vielas modeli var attēlot, pamatojoties uz hiperteksta matemātisko modeli, jo tas apraksta objektus (šajā gadījumā mācību objektus – MO) un definē dažāda veida saites R starp tiem:

$$MO = \{mo_1, mo_2, \dots, mo_n\} \quad (7)$$

un

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}. \quad (8)$$

Vispārīgs mācību vielas modelis, kas ir balstīts uz hiperteksta matemātisko pierakstu, iekļauj sevī visu iespējamo informāciju par mācību vielu – tezauru (parāda mācību objektu sasaistes), mācību objektu kopu, priekšmeta tēmas:

$$MV = (T, I, S, Q), \quad (9)$$

kur T – priekšmeta tezaurs, kas parāda visu objektu savstarpējas saites;

I – hiperteksta informācijas sastāvdaļa, kas iekļauj visu mācību objektu saturus I_i ,

$$\text{t.i., } I = \bigcup_i I_i ;$$

S – visu mācību objektu alfabēta (vai hronoloģiskā) vārdnīca;

Q – galvenās tēmas un problēmas, kas tiek aprakstītas (teorētiskā informācija) vai kuru pārbaudei paredzēti (praktiskais uzdevums un/vai kontroldarba jautājums) mācību objekti.

Šo modeli var izskatīt arī zemākajā līmenī, lai aprakstītu katra mācību objekta hiperteksta modeli. Tādējādi, MO aprakstošs vektors ir šāds:

$$MO = (t_{mo}, i_{mo}, s_{mo}, q_{mo}),$$

kur t_{mo} – MO tezaurs, kas apraksta tekošā objekta saites ar pārējiem;

i_{mo} – MO saturs;

s_{mo} – MO metadati (tips – MOI vai MOU; veids – PIEM, PASK, G_UZD, u.tml.; nolūks – kas tiek pārbaudīts: iemaņas, zināšanas un/vai prasmes; u.c.);

q_{mo} – jēdzieni un problēmas, kas tiek aprakstītas (teorētiskā informācija) vai kuru pārbaudei paredzēti (praktiskais uzdevums un/vai kontroldarba jautājums) mācību objekti.

Katra objekta sasaiste ar citiem, jeb tezaurs, ir vektors no diviem elementiem – izskatāmā objekta tezaura raksts un objektu kopa, ar kuriem ir saistīts tekošais MO, iekļaujot visu saišu aprakstus. Tādējādi, viena objekta tezauram ir sarežģīta divu līmeņu struktūra (10). Abos līmeņos informācijas attēlošanai izmanto vektorus – pirmajā līmenī ir tezaura elementi: MO tezaura raksts mo_i un saistīto objektu kopa A_{moi} ; otrajā – visu tekošā objekta saišu apraksts, t.i., detalizēts A_{moi} attēlojums.

$$t_{moi} = \{mo_i, A_{moi}\}, \quad (10)$$

kur mo_i – apskatāmais mācību objekts;

$$A_{moi} = \{R_1(mo_{i1}, mo_{i2}, \dots, mo_{ik}), R_2(mo_{21}, mo_{22}, \dots, mo_{2l}), \dots,$$

$$R_p(mo_{p1}, mo_{p2}, \dots, mo_{pm})\}, \quad (11)$$

kur p – saišu skaits tekošajam mācību objektam;

k – MO skaits, kuriem ir R_1 saites veids ar tekošo objektu;

l – MO skaits, kuriem ir R_2 saites veids ar tekošo objektu;

m – MO skaits, kuriem ir R_p saites veids ar tekošo objektu.

Lai atvieglotu tezaura aprakstu un pārskatāmību, $A_{m_{oi}}$ satur tikai tos mācību objektus, kuriem ir tieša saite ar tekošo.

Kopējā tezaura struktūra iekļauj visu objektu tezaurus:

$$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\} = \{m_{o1}, m_{o2}, \dots, m_{on}, A_{m_{o1}}, A_{m_{o2}}, \dots, A_{m_{on}}\}, \quad (12)$$

kur n – mācību objektu skaits kursā.

Grafiski modeļa tezaurs var būt attēlots tīkla veidā, kura virsotnēs ir mācību objekti un loki norāda uz eksistējošām attiecībām (saitēm), apzīmējot arī saites veidu. Tādējādi, mācīšanās laikā algoritms nosaka tuvākos „radniekus” tekošajam objektam, nosaka saišu veidus un atkarībā no iepriekš uzstādītiem nosacījumiem (mācībspēka norādīts režīms, ierobežojumi, utt.) un studenta aktivitātes un sagatavošanas (kurš no objektiem ir obligāts, kas tika izvēlēts, u.tml.) izvēlās piemērotāko nākamo soli.

Saišu veidi hiperteksta matemātiskajā modelī un to grafiskais apzīmējums ir parādīti 3.1. tabulā.

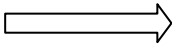
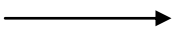

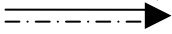
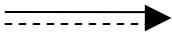
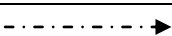
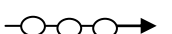

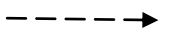
3.1. tabula

Objektu saišu apzīmējums

Tieša saite		Atgriezeniskā saite	
Apzīmējums	Apraksts	Apzīmējums	Apraksts
=	Vienādība (sinonīms)	=	Vienādība (sinonīms)
R	Veids-tips	v	Tips-veids
v	Tips-veids	R	Veids-tips
U	Daļa-vesels	f	Fragmentācija (vesels-daļa)
f	Fragmentācija (vesels-daļa)	U	Daļa-vesels
n	Process-metaprocess	e	Process-procesa etaps
e	Process-procesa etaps	n	Process-metaprocess
r	Process-procesa izpildītājs	c	Priekšmets-process
c	Priekšmets-process	r	Process-procesa izpildītājs
p	Sekas-cēlonis	s	Cēlonis-sekas
s	Cēlonis-sekas	p	Sekas-cēlonis
a(.)	Pārējās attiecības (asociatīvas)	a(.)	Pārējās attiecības (asociatīvas)

Mācību vielas modeļa gadījumā visi saišu veidi nav piemēroti vai nepieciešami, tādējādi, modeļa aprakstam tiks izmantotas saites, kas parādītas 3.2. tabulā.

Saišu grafiskais apzīmējums

Nr.	Apzīmējums	Grafiskais apzīmējums	Apraksts
1.	R		Veids-Tips (piemēram, MOI-galvenais, MOI-piemērs, MOI-paskaidrojums)
2.	v		Tips-Veids (atgriezeniskā saite)
3.	U		Daļa-Vesels (jēdziens-tēma, MOU-kontroldarbs)
4.	f		Vesels-Daļa (atgriezeniskā saite)
5.	n		Process-Metaprocess (kontroldarbs-eksāmens)
6.	e		Metaprocess-Process (atgriezeniskā saite)
7.	p		Sekas-Cēlonis (pirmā līmeņa objektu saites, kas nosaka galveno objektu secību)
8.	s		Cēlonis-Sekas (atgriezeniskā saite)
9.	=		Vienādība (viena līmeņa objekti, kas apraksta vienu jēdzienu dažādos veidos – multimedija tehnoloģijas)

Turpmāk, vienkāršākai modeļa attēlošanai un apstrādei saites tiks apzīmētas ar burtu R un tiks atbilstoši numurētas, t.i., „R” = R₁, „v” = R₂, „U” = R₃, „f” = R₄, „n” = R₅, „e” = R₆, „p” = R₇, „s” = R₈, „=” = R₉.

Tādējādi, aprakstot viena kursa modeli, ir jāņem vērā, cik tajā ir mācību objektu (gan informācijas MOI, gan uzdevumu MOU), vai ir paredzēti kontroldarbi, eksāmens vai citi pārbaudes darbi, kā arī, kāda veida saites ir starp visām šīm vienībām.

Zemāk pa soļiem ir parādīts tezaurs sastādīšanas piemērs:

- 1) kursā ir 17 mācību objekti, no kuriem 9 ir MOI un 8 MOU;
- 2) ir paredzēti 2 pārbaudes darbi (PD) ar mērķi noteikt studenta kursa daļas apgūšanas līmeni;
- 3) beigās ir paredzēts eksāmens (EKS) par visām tēmām;
- 4) kursā ir gan MOI-GALV, gan MOI-PIEM un MOI-PASK, kā arī tiek izmantotas dažādas tehnoloģijas mācību vielas attēlošanai (teksts, audio un grafiski);
- 5) ceļš pa kursa modeli ir atkarīgs no studenta aktivitātēm un raksturīgām īpašībām;
- 6) katra MO saišu apraksts izskatās šādi:
 - a. $A_{MOI1} = \{R_1(MOI_2, MOI_3), R_8(MOI_2, MOI_3, MOI_6), R_9(MOI_4, MOI_5)\}$
 - b. $A_{MOI2} = A_{MOI3} = \{R_1(MOI_1), R_7(MOI_6), R_8(MOI_1)\}$

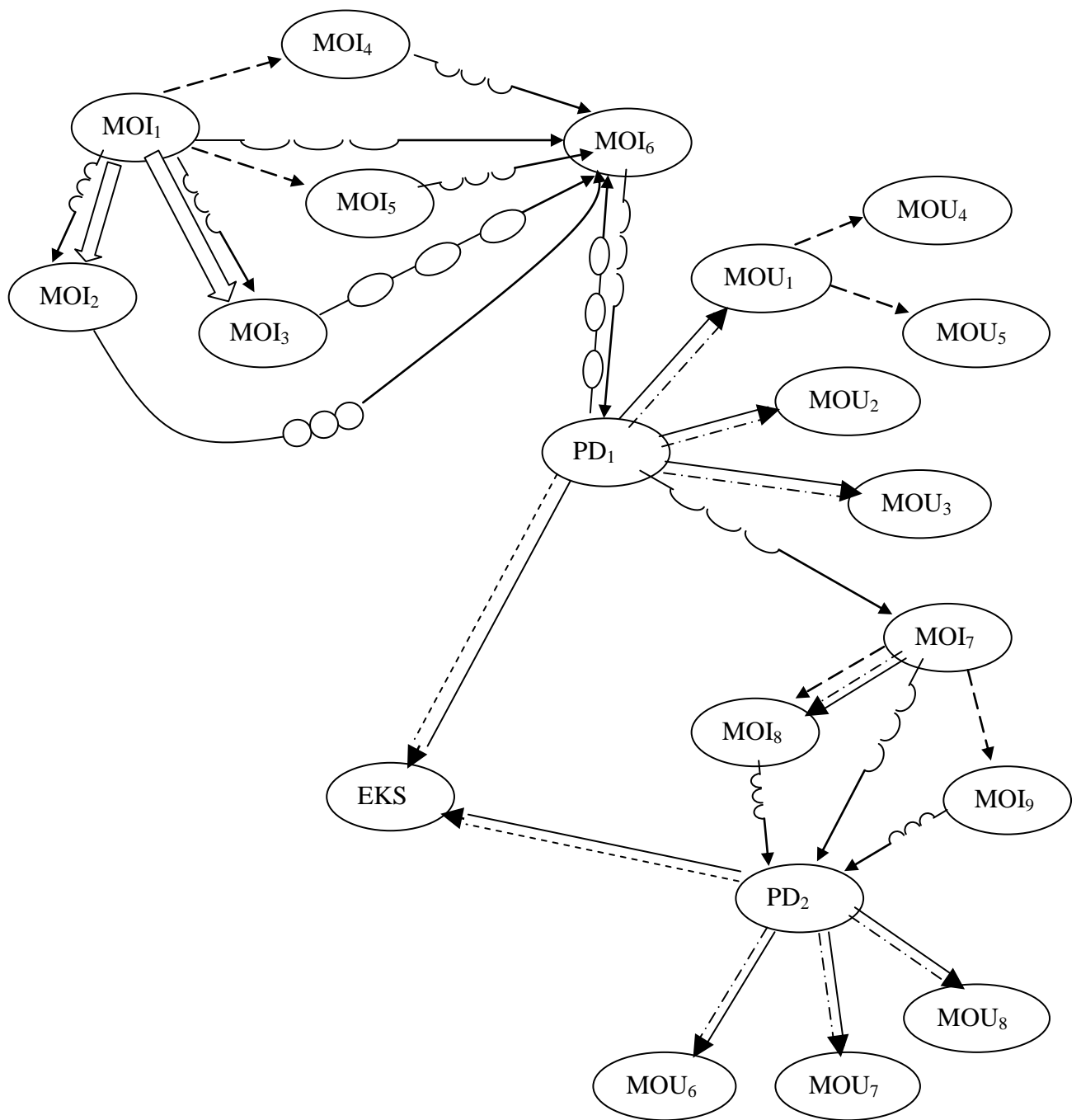
- c. $A_{MOI4} = A_{MOI5} = \{R_1(MOI_2, MOI_3), R_8(MOI_2, MOI_3, MOI_6)\}$
- d. $A_{MOI6} = \{R_8(PD_1, MOI_7)\}$
- e. $A_{MOI7} = \{R_4(MOI_8), R_8(PD_2), R_9(MOI_8, MOI_9)\}$
- f. $A_{MOI8} = A_{MOI9} = \{R_8(PD_2)\}$
- g. $A_{MOU1} = \{R_3(PD_1), R_9(MOU_4, MOU_5)\}$
- h. $A_{MOU2} = \{R_3(PD_1), R_8(MOU_3)\}$
- i. $A_{MOU3} = \{R_3(PD_1)\}$
- j. $A_{MOU4} = A_{MOU5} = \{R_9(MOU_1)\}$
- k. $A_{MOU6} = A_{MOU7} = A_{MOU8} = \{R_3(PD_2)\}$
- l. $A_{PD1} = \{R_4(MOU_1, MOU_2, MOU_3), R_6(EKS), R_7(MOI_6), R_8(MOI_7)\}$
- m. $A_{PD2} = \{R_4(MOU_6, MOU_7, MOU_8), R_6(EKS)\}$
- n. $A_{EKS} = \{R_5(PD_1, PD_2)\}$

7) kopējais kursa tezaurs ir šāds:

$T = \{MOI_1, MOI_2, MOI_3, MOI_4, MOI_5, MOI_6, MOI_7, MOI_8, MOI_9, MOU_1, MOU_2, MOU_3, MOU_4, MOU_5, MOU_6, MOU_7, MOU_8, PD_1, PD_2, EKS, R_1(MOI_2, MOI_3), R_8(MOI_2, MOI_3, MOI_6), R_9(MOI_4, MOI_5), R_1(MOI_1), R_7(MOI_6), R_8(MOI_1), R_1(MOI_2, MOI_3), R_8(MOI_2, MOI_3, MOI_6), R_8(PD_1, MOI_7), R_4(MOI_8), R_8(PD_2), R_9(MOI_8, MOI_9), R_8(PD_2), R_3(PD_1), R_9(MOU_4, MOU_5), R_3(PD_1), R_8(MOU_3), R_3(PD_1), R_9(MOU_1), R_3(PD_2), R_4(MOU_1, MOU_2, MOU_3), R_6(EKS), R_7(MOI_6), R_8(MOI_7), R_4(MOU_6, MOU_7, MOU_8), R_6(EKS), R_5(PD_1, PD_2)\}$.

Grafiski izveidotais tezaurs ir parādīts 3.11. attēlā.

Saites starp mācību objektiem ir binārās, līdz ar to mainās, mainoties izskatīšanas virzienam, kas nodrošina iespēju noteikt tezaura apstrādes orientāciju.



3.11. att. Mācību vielas modeļa tezaurs

3.3. Eksperta modelis

3.3.1. Eksperta modeļa apraksts

Eksperta modelis attēlo kursa mācīšanas mērķus. Tas nozīmē, ka šis modelis parāda kādam ir jāklūst studentam pēc konkrēta kursa apguves.

Eksperta modelis ir statisks un mācīšanas beigās ar to tiek salīdzināts studenta modelis. Tādējādi, lai to varētu izdarīt šiem diviem modeļiem ir jābūt ar vienādām vai līdzīgām struktūrām. Atšķirība ir tāda, kā eksperta modelī nebūs iekļautas tādas sastāvdaļas, kā, piemēram, tekošais darbs ar sistēmu.

Eksperta modelim jāsaturs informācija par zināšanām, iemaņām un prasmēm, kā arī par profesionālajām un psiholoģiskām īpašībām, kurām ir jāpiemīt noteiktam speciālistam [163]. Tātad, eksperta modelis ir profesionālo zināšanu, iemaņu un prasmju, kā arī psiholoģisko īpašību sakopojums [163]:

$$M_{\text{eks}} = \{Z, IP, PI\}, \quad (13)$$

kur

Z – zināšanas par priekšmetu, t.i., „informācijas kopums, ko cilvēks iegūvis pieredzē, mācoties u.tml.” [66]. Visbiežāk attēlo skalārajā veidā, kā atzīme vai punktu skaits, kas ir jāsasniedz, lai kurss tiktu uzskatīts par veiksmīgi pabeigtu. Tāpat šis komponents var būt attēlots vektora, izvēloties kādas robežtēmas, vai grafa veidā pilnīgi atbilstoši kursa modelim, norādot nepieciešamo vērtējumu katram mācību objektam;

IP – iemaņas („māka, kas iegūta vingrinoties un kļuvusi par ieradumu” [84]) un prasmes („spēja veikt (ko)” [84]). Atspoguļo tāpat, kā zināšanas par priekšmetu. Ja izmanto grafu vai vektoru, tad ņem vērā mācību objektus, kas formē studentam tieši iemaņas un prasmes;

PI – psiholoģiskās īpašības. Nosaka, kādām psiholoģiskajām īpašībām jāpiemīt speciālistam.

Tādējādi, eksperta modelim ir kompleksa daudzlīmeņu struktūra, kas palīdz precīzāk noteikt studenta atbilstību speciālista prasībām.

Eksistē arī tāds pieņēmums, kā eksperta modelis ietver pareizas atbildes uz zināšanu pārbaudes uzdevumiem un to sasniegšanas procedūras [61].

Ievērojot, ka autore strādā Informācijas tehnoloģijas nozarē, tad darbā sīkāk tiek aprakstīts programmēšanas inženiera modelis.

3.3.2. Programmēšanas inženiera modelis

Vispārējā gadījumā eksperta programmētāja modelis var ietvert sevī informāciju, kas ir parādīta 3.3. tabulā [180]. Tajā ir parādītas zināšanu, iemaņu un prasmju grupas, kam speciālistam ir jāpiemīt. Ņemot vērā, ka šīs grupas iekļauj sevī tikai vispārējos aprakstus, tās ir jāprecizē ar konkrētām vērtībām, lai varētu izmantot DMS. Piemēram, kad mācībaspēks vai

mācību vielas autors izveido kursu, tad norādot priekšmeta apgūšanas mērķus, viņam ir jānorāda tikai daļa no šī modeļa, kas attiecas tieši uz viņa priekšmetu. Tā tiek veidots zināšanu, iemaņu un prasmju modelis vienam konkrētam kursam. Pie tam, ja mācībspēks uzskata, ka viņa priekšmeta apgūšanas laikā studentam formējas kādas specifiskās psiholoģiskās īpašības, tad arī tās ir jānorāda.

3.3. tabula

Eksperta programmētāja modelis

Grupa	Paskaidrojums
Informātika	Jebkuram programmētājam jābūt šīm zināšanām. Bet tikai ar tām nepietiek programmatūras izstrādei.
Informācijas tehnoloģijas	Programmētājam ir jāzina par eksistējošām tehnoloģijām, kuras viņš/-a izmantos savas sistēmas izstrādei. Tās, piemēram, ir operētājsistēmas, datu bāzu pārvaldības sistēmas utt.
Programmēšanas valodas	Programmatūras izveide nav iespējama bez programmēšanas valodas/-u zināšanas un spējas tās lietot.
Izstrādes līdzekļi	Mūsdienās ir pieejamas dažādas programmatūras izstrādes vides, ar kuru palīdzību iespējams atvieglot sistēmas izveides procesu. Pateicoties šīm vidēm var automatizēt dažādas funkcijas. Izstrādātājam ir jāzina par tādām iespējām un jāprot tās izmantot, lai radītu sarežģītu programmatūru.
Atklūdošanas līdzekļi	Cilvēkam bieži ir kļūdas vai kļūmes, kuras var būt viegli atrastas, izmantojot atklūdošanas līdzekļus.
Papildus programmatūra	Izstrādātājam ir jāzina papildus programmatūra, ar kuras palīdzību var izveidot efektīvāku sistēmu.
Programmatūras dzīves cikls	Obligāti jābūt zināšanām par programmatūras dzīves ciklu (ar ko sākas un ar ko beidzas izstrādes process; kā to pareizi organizēt, lai novestu to līdz loģiskām beigām; kā pareizi novērtēt to, utt.).
Priekšmetiskā joma	Programmētājam jābūt arī teorētiskām zināšanām par to priekšmetisko jomu, kurai tiek izstrādāta sistēma, lai varētu realizēt tās funkcionalitāti.

Psiholoģiskās īpašības var būt attēlotas vektora veidā (3.3.1. sadaļa). Tā sastāvdaļas, kas ir specifiskās tieši programmētājam, ir šādas [163]:

- ✓ loģiskā un kombinatoriskā domāšanas spēja;

- ✓ darbspēja;
- ✓ pašdisciplīna;
- ✓ rūpīgums darbā;
- ✓ pacietība;
- ✓ spēja mierīgi pārciest neveiksmes;
- ✓ labi attīstīta atmiņa;
- ✓ intuīcija un izgudrošanas spējas.

Pie veiksmīga programmētāja personiskajām īpašībām pieskaita arī punktualitāti, akurātumu, mērķtiecību, neatlaidību un atbildību, emocionālu stabilitāti un spēju izturēt ilgstošu stresu [176]. Tāpat programmētājam jābūt labi attīstītai izglītojošai motivācijai (zinātkāre, vēlme mācīties, paaugstināt kvalifikāciju, gūt jaunas zināšanas, iemaņas un prasmes utt.) un iekšējai motivācijai (ieinteresētība pašā programmēšanas procesā).

Zināšanu, iemaņu un prasmju atainošanai var izmantot dažādus paņēmienus:

- skalārs (viena atzīme, kāda ir jāsasniedz pēc kursa apgūšanas);
- vektors, no trim sastāvdaļām {zināšanas, iemaņas, prasmes}. Katra no sastāvdaļām ir atzīme;
- grafs, kas attēlo situāciju pēc svarīgāku kursa sadaļu apgūšanas. Grafa virsotnes atbilst sadaļām un satur informāciju par nepieciešamo atzīmi (apguves līmeni).

Zināšanu, iemaņu un prasmju kopa, kas ir nepieciešama mūsdienas programmēšanas inženierim, ir atspoguļota Latvijas standartā [98].

Lai noskaidrotu, kādas zināšanas, iemaņas un prasmes ir nepieciešamas mūsdienu programmēšanas inženieriem Latvijā, tika veikta darba devēju aptauja. Izveidotajā anketā tika iekļautas septiņas sadaļas ar vairākiem vērtējuma rādītājiem [99]:

- 1) kopīgās prasmes IT nozares speciālistiem (lietot IT nozares standartus, teksta un attēlu redaktorus kā arī dažādas citas biroja lietojumprogrammas) – 5 rādītāji;
- 2) profesionālās prasmes un iemaņas (kodēt, atklūdot un testēt programmas, pārzināt programmatūras inženierijas koncepcijas, analizēt programmas izpildes laiku un to optimizēt, veikt sistēmas arhitektūras un detalizēto projektēšanu utt.) – 30 rādītāji;
- 3) profesionālās psiholoģiskās īpašības (loģiskā un kombinatoriskā spēja, laba atmiņa, erudīcija, spēja veikt darbu patstāvīgi u.c.) – 7 rādītāji;
- 4) sociālie faktori (komunikatīvā prasme, spēja strādāt komandā vai grupā, latviešu un angļu valodas zināšanas u.tml.) – 9 rādītāji;
- 5) programmēšanas valodu zināšanas – 9 rādītāji;

- 6) tehnoloģijas zināšanas – 10 rādītāji;
- 7) operētājsistēmu zināšanas – 6 rādītāji.

Darba devēju aptaujas anketas pirmajās četrās sadaļās tika ietverti tie rādītāji (prasmes, iemaņas, īpašības, spējas), ko satur profesijas standarts [98], papildinot tos vēl ar dažiem citiem rādītājiem, vadoties no docētāju pieredzes. Pēdējās trīs sadaļas tika veidotas galvenokārt balstoties uz DITF programmatūras izstrādes profesora grupas darba pieredzi augstskolā.

Anketas tika izsūtītas pa e-pastu vairāk kā piecpadsmit dažādiem respondentiem, kas strādā tādos vadošajos IT nozares uzņēmumos un firmās, kā Exigen Group Latvia, Dati, Grindeks un citās, ir IT nozares profesionāli darbinieki un eksperti un vairākus gadus sadarbojas ar DITF, vadot studentu praksi vai citādi. Ņemot vērā saņemtās atbildes ar vērtējumiem un daudziem priekšlikumiem par anketas uzlabošanu, anketas sadaļu saturs bija pārskatīts un pārstrādāts, novēršot visas pamanītās nepilnības un paplašinot aptaujas rādītāju skaitu 5. - 7. sadaļās. Tika veikti šādi uzlabojumi:

- 1) precizēti un vēlreiz vērtēti 2. un 3. sadaļā uzdotie rādītāji;
- 2) paplašināta 5. sadaļa, iekļaujot tajā četras apakšgrupas „Programmēšanas valodas”, „Vizuālās vides”, „Tīmekļa valodas un tehnoloģijas” un „Imitācijas valodas” (kopā 25 rādītāji);
- 3) paplašināta un pārdēvēta 6. sadaļa, paredzot saturisko nosaukumu „Tehnoloģiju un specializētas programmatūras zināšanas” un iekļaujot šai sadaļā 20 rādītājus, kas visvairāk nepieciešami IT nozares speciālistiem;
- 4) papildināts rādītāju skaits sadaļā ”Operētājsistēmu zināšanas” līdz astoņiem.

Darba devēju aptaujas anketas jaunā versija (2. piel.) kopumā tika izsūtīta vairāk kā 30 respondentiem, kas strādā programmatūras izstrādes sfērā. Respondentiem bija jānovērtē katrs rādītājs 10 ballu sistēmā (iekļaujot arī daļskaitļus):

- 10 – svarīgs un nepieciešams rādītājs;
- 6-9 – rādītājam jābūt;
- 3-5 – lietderīgs, bet ne īpaši svarīgs rādītājs;
- 1-2 – nav obligāts rādītājs;
- 0 – rādītājs nav vajadzīgs.

Galvenās problēmas, veidojot anketu un organizējot anketēšanu, bija šādas:

- ekspertiem ir dažādi viedokļi par to, kādas iemaņas un prasmes mūsdienu IT nozares speciālistam ir visnozīmīgākās, līdz ar to vērtējumu izkliede ir plaša un neviennozīmīga;
- mūsdienu pasaulē IT nozare attīstās ļoti strauji, tiek piedāvātas arvien jaunākas un modernākas operētājsistēmas, informācijas tehnoloģijas, ar tām saistītas lietojumprogrammas, bija nepieciešama to atlase anketā, vadoties no ekspertu ieteikumiem.

Anketu apstrādei tika izmantota ekspertu vērtējumu metode. Lai automatizētu anketēšanas rezultātu apstrādi, tika izveidota speciālā programma. Iegūtie apstrādes rezultāti tika sakopoti tabulās atbilstoši katram respondentam un kopsavilkuma tabulā (3. piel.).

Rezultātā tika noskaidroti svarīgākie faktori katrā grupā: kopīgās prasmes IT nozarē; profesionālās prasmes un iemaņas; profesionālās psiholoģiskās īpašības; sociālie faktori, valodu (programmēšanas) zināšanas; tehnoloģiju un specializētas programmatūras zināšanas; operētājsistēmu zināšanas.

Svarīgākie un mazāk svarīgākie faktori pēc ekspertu viedokļiem ir parādīti 3.4. tabulā.

3.4. tabula

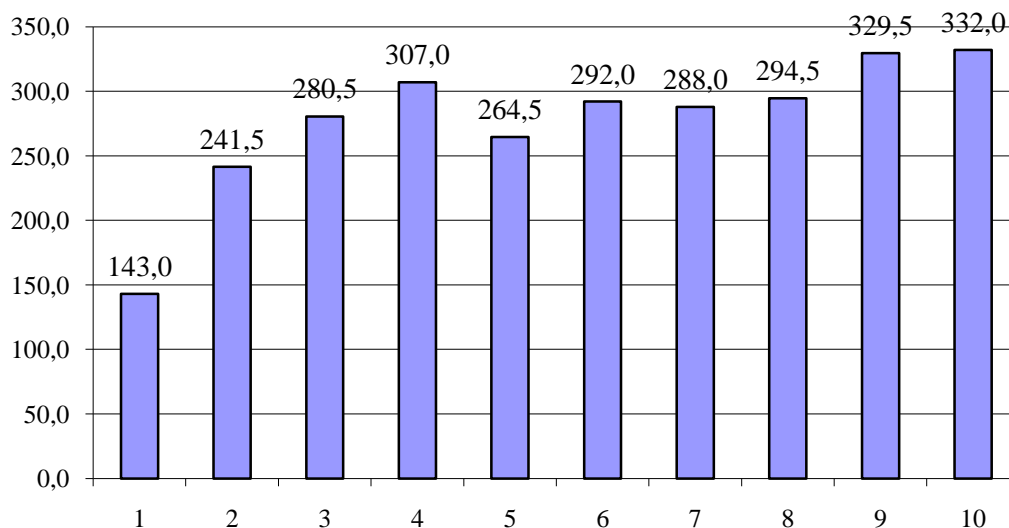
Anketēšanas rezultāti

Nr.	Faktoru grupas	Faktors	
		Vissvarīgākais	Vismazāk nozīmīgs
1.	Kopīgās prasmes IT nozarē	Lietot teksta un grafikas redaktorus un citas biroja lietojumprogrammas	Piedalīties projektu vadīšanā
2.	Profesionālās prasmes un iemaņas	Kodēt un atklūdot programmas	Vadīt darbinieku grupu
3.	Profesionālās psiholoģiskās īpašības	Darba spējas (spēja veikt darbu patstāvīgi)	Laba atmiņa
4.	Sociālie faktori	Ievērot profesionālās ētikas principus	Sagatavot prezentācijas materiālus un pasākumus un vadīt tos
5.	Valodu zināšanas	C, C++, Java	Imitācijas valoda GPSS
6.	Tehnoloģiju un specializētas programmatūras zināšanas	DBPS (Oracle, DB2, etc.)	ICE (Integrated Configuration Environment)
7.	Operētājsistēmu zināšanas	MS Windows	MAC OS

Pēc ekspertu viedokļiem programmēšanas inženiera speciālistam obligāti jāpieņem šādām *profesionālajām prasmēm un iemaņām*, kas ir norādītas to nozīmīguma dilstošā secībā:

- 1) kodēt un atklūdot programmas;
- 2) izstrādāt algoritmus un projektēt datu struktūras;
- 3) projektēt un realizēt lietotāja saskarnes;
- 4) izvēlēties uzdevuma risināšanai adekvātus līdzekļus;
- 5) lietot programmatūras testēšanas paņēmienus;
- 6) lietot programmatūras izstrādes rīkus;
- 7) lietot informācijas meklēšanas un atlasē līdzekļus;
- 8) analizēt svešas programmas kodu;
- 9) analizēt prasību realizācijas iespējas;
- 10) veidot realizācijas modeli (klašu un/vai funkciju hierarhiju).

Apstrādes rezultāti ir parādīti 3.12. attēlā, kur uz X ass ir iemaņu un prasmju kārtas numurs iepriekš minētajā sarakstā un uz Y ass ir nozīmīguma vērtības. Jo tā vērtība mazāka, jo izskatāmāks faktors ir svarīgāks.

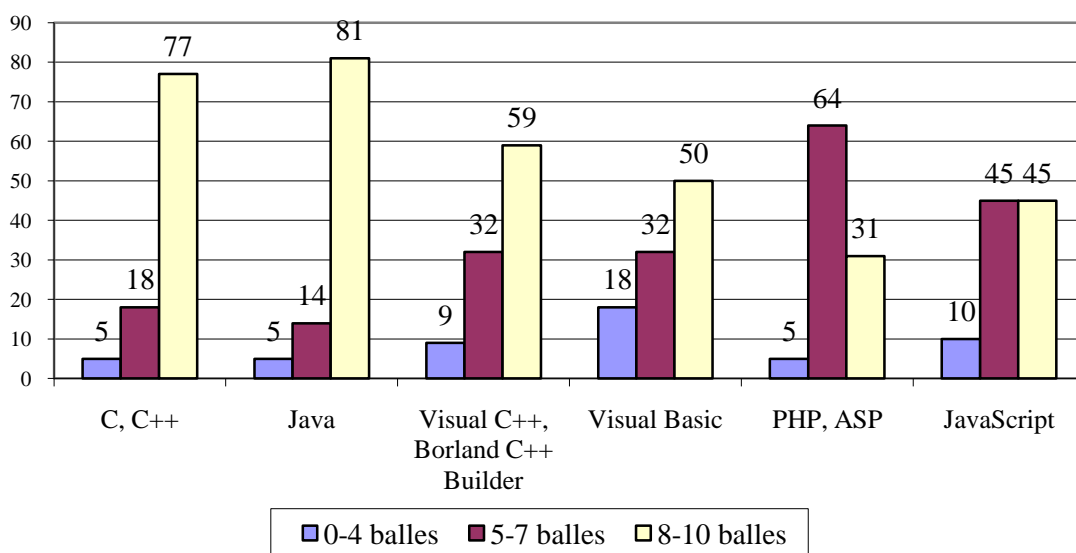


3.12. att. Profesionālo prasmju un iemaņu nozīmīgums

Kā ir redzams no 3.4. tabulas, vissvarīgākās programmēšanas valodas mūsdienās ir C, C++ un Java. Valodu zināšanas faktoru grupa bija iedalīta trīs apakšgrupās: programmēšanas valodas, programmatūras izstrādes vides un tīmekļa valodas un tehnoloģijas. Šo apakšgrupu nozīmīgāko faktoru sadalījums pēc ekspertu viedokļiem ir parādīts 3.13. attēlā (Y ass – nozīmīguma vērtības).

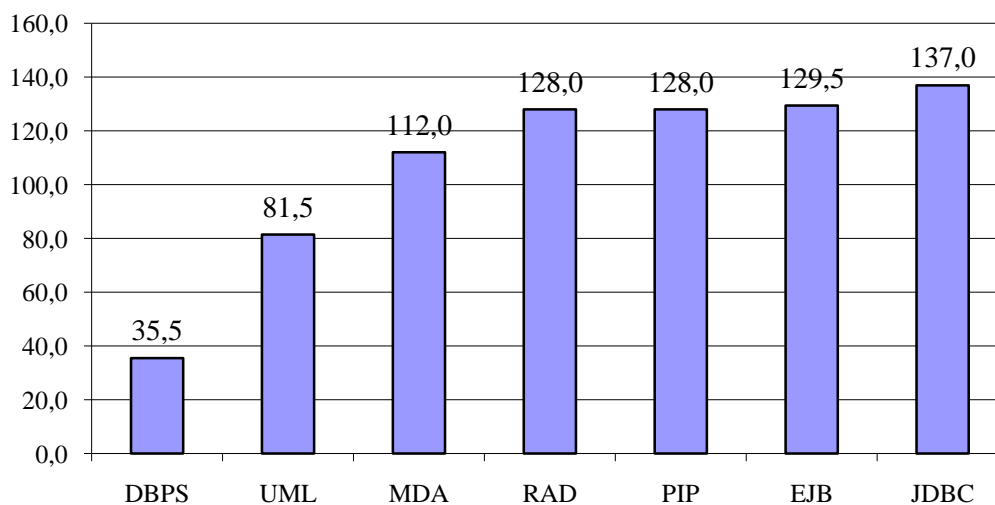
Pēc ekspertu viedokļiem programmēšanas inženierim jāzina šādas tehnoloģijas un specializēta programmatūra:

- datu bāzes pārvaldības sistēmas (Oracle, DB2, Informix, FoxPro);
- UML (Unified Modeling Language);
- MDA (Model Driven Architecture);
- RAD (Rapid Application Development);
- Programmatūras izstrādes pārvaldība – PIP (Microsoft Project, COCOMO rīki);
- EJB (Enterprise JavaBeans);
- JDBC (Java Database Connectivity).



3.13. att. Programmēšanas valodu zināšanas

Šo tehnoloģiju un programmatūru zināšanu nozīmīgums ir redzams 3.14. attēlā.



3.14. att. Tehnoloģijas un specializētās programmatūras zināšanas

Katra mācību iestāde sastāda savus mācību plānus, un tie var būtiski atšķirties, jo katrā valstī ir dažādas prasības profesionāļiem. Toties pastāv organizācijas, kas izstrādā kopējo dokumentu, kurā ir aprakstīti galvenie virzieni, galvenās tēmas, kas ir svarīgas industrijai, t.i., darba devējiem. Viena no tādām organizācijām ir Skaitļošanas tehnikas asociācija (Association for Computing Machinery, ACM) [7]. ACM piedāvā mācību plānu izveides dokumentus specialitātēm, saistītām ar datorzinātni. Pēc pēdējās versijas, kas tika izstrādāta 2008. gada decembrī, pamattēmas ir šādas:

- *drošība*. Tai mūsdienās ir liela nozīme, tāpēc visiem speciālistiem jāzina galvenās problēmas un to risinājumi; jāprot risināt piekļuves, autorizācijas, tīklošanas un kodēšanas problēmas; jāprot rakstīt drošu un aizsargātu kodu;
- *kvalitāte*. Saistīti jautājumi ir testēšana, atklādošana un kļūdu lokalizēšana; koda lasāmības un dokumentēšanas pārbaude; koda caurskates;
- *programmatūras inženierijas principi un tehnikas*. Lielākoties ir saistīts ar projekta pārvaldības un resursu vadības problēmām, kā arī projektu izstrāde komandās;
- *koda „arheoloģija”*. Paredz slikti dokumentēta liela koda izpēti un izprašanu;
- *izpildes noskaņošana*.

Ievērojot, ka mūsdienās datora tehnoloģijas strauji attīstās, ACM speciālisti uzskata, ka mācību plāniem jābūt pastāvīgi uzlabojamiem, toties pastāv 14 zināšanu sfēras, kurās katram ekspertam jāorientējas un jāprot strādāt [7]:

- 1) diskrētās struktūras (Discrete Structures);
- 2) programmēšanas pamati (Programming Fundamentals);
- 3) algoritmi un sarežģītība (Algorithms and Complexity);
- 4) arhitektūra un organizācija (Architecture and Organization);
- 5) operētājsistēmas (Operating Systems);
- 6) tīmekļa programmēšana (Net-Centric Computing);
- 7) programmēšanas valodas (Programming Languages);
- 8) cilvēka-datora mijiedarbība (Human-Computer Interaction);
- 9) grafiskā un vizuālā programmēšana (Graphics and Visual Computing);
- 10) intelektuālās sistēmas (Intelligent Systems);
- 11) informācijas pārvaldība (Information Management);
- 12) sociālās un profesionālās problēmas (Social and Professional Issues);
- 13) programmatūras inženierija (Software Engineering);
- 14) skaitļošanas zinātne (Computational Science).

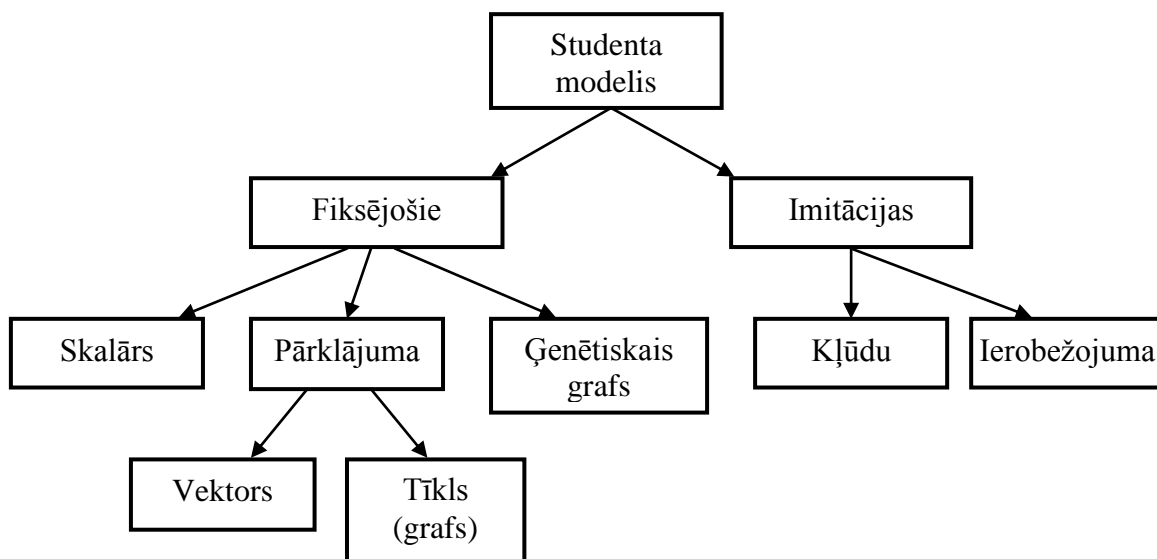
3.4. Studenta modeļi datorizētās mācīšanas sistēmās

3.4.1. Studenta modeļu klasifikācija

Studenta modelis iekļauj sevī visdažādāko informāciju, kas attēlo apmācāmā zināšanu, iemaņu un prasmju līmeni, sekmes darbā ar kursu, rezultātus, personiskās psiholoģiskās īpašības un citus faktorus. Studenta modelis ir dinamisks un mainās pēc noteiktām darbībām, ko apmācāmais veic, strādājot ar kursu.

Modeļa izstrādes problēma ir aktuāla mūsdienās tāpat, kā bija agrāk, bet tagad ir vairāk iespēju tā realizēšanai, pateicoties modernām tehnoloģijām. Daudzi zinātnieki un datorizētās mācīšanās sistēmu izstrādātāji piedāvā savus studenta modeļus: Shute V. [112], Roselli T., Grasso A., Plantamura P. [105], Kabassi K., Virvou M. [56], Sison R. [75], Rikure T. [104] un daudzi citi.

Studenta modeļus iedala divās lielās klasēs: fiksējošie un imitācijas modeļi (3.15. att.) [154]. Savukārt, fiksējošos modeļus var sadalīt vēl trīs apakšklasēs: skalārie modeļi, pārklājuma modeļi (vektors un tīkls) un ģenētiskais grafs. Imitācijas modeļi varbūt ierobežojuma un kļūdu.



3.15. att. Studenta modeļu klasifikācija

Skalārie modeļi

Skalārajos modeļos apmācāmā zināšanas un iemaņas tiek vērtētas ar kādu integrēto atzīmi. Modeļa izplatītais piemērs ir eksāmena atzīme decimālajā ballu sistēmā vai ieskaite. Apmācāmā reitings un/vai rangs, kas bieži lietots datorizētajā apmācībā, arī ir skalārais modelis. Šo modeli ieteicams lietot studējošo sekmības salīdzināšanai nevis adaptīvai

apmācībai, jo viens parametrs (skalārs) nepietiekami pilnīgi atspoguļo studenta zināšanas, iemaņas un prasmes.

Pārklājuma modeļi

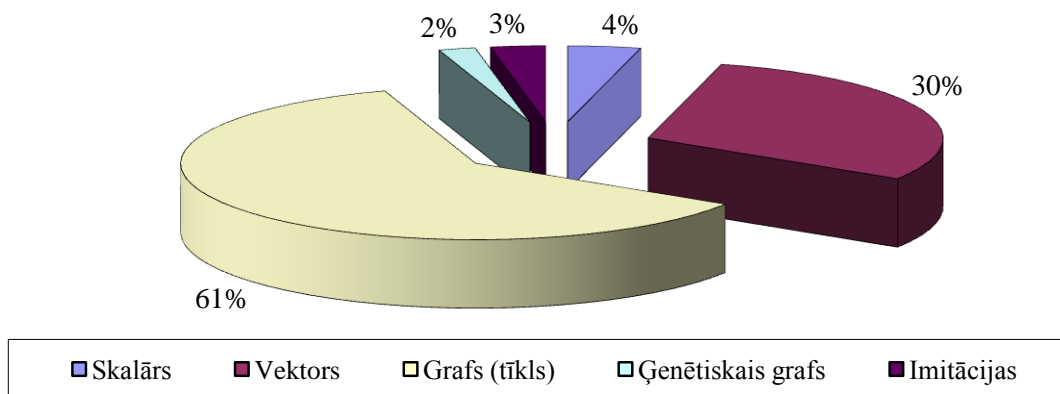
Pārklājuma modeļi ietver vairākus parametrus, kuru vērtības atspoguļo studenta zināšanas, iemaņas un prasmes. Šīs klases modeļus var iesniegt vektora vai tīkla veidā. Vektora modelis ir rādītāju (parametru) kopa. Katrs rādītājs atbilst prasīto zināšanu un iemaņu elementam vai izvēlētai studenta personīgai īpašībai. Mācīšanās gaitā modeļa parametriem tiek piešķirtas vērtības, balstoties uz kurām nodrošina adaptāciju. Tīkla modelis ir grafs, kas attēlo priekšmetiskās jomas jēdzienus un tiem atbilstošās iemaņas (grafa virsotnes), kā arī attiecības starp tām (grafa loki). Apmācības laikā, saskaņā ar studējošā darbībām, tiek noteiktas grafa virsotņu vērtības. Tātad, modelis ievēro mācību vielas struktūru un ļauj efektīvi pārvaldīt tās apgūšanu, bet studenta psiholoģiskās īpatnības netiek ievērotas un līdz ar to trešā līmeņa adaptācija šajā modelī ir ierobežota. Ģenētiskais grafs [154] ir mācību vielas modelis, kura virsotnes atbilst deklaratīvo un procedūras zināšanu elementiem, bet loki atspoguļo standarta attiecības: vispārinājums, konkretizējums, analogija, precizējums, vienkāršojums, noraidījums, korekcija. Modelis ir ļoti efektīvs apmācāmā iemaņu formēšanai, jo apraksta studējošo iemaņu attīstības ceļus.

Studenta modeli var attēlot, izmantojot vairākus paņēmienus. Katrs no tiem izmanto dažādus parametrus – zināšanu līmenis, mācīšanas spējas un citas studenta īpašības. Viens no modeļa attēlošanas paņēmieniem ir *zināšanu grafs*, kura virsotnēs ir mācību objekti (mazākās mācību kursa daļas, kas attiecas uz noteikto tematu, apraksta konkrēto tēmu, uzdevumu, jautājumu) un tā (grafa) loki ir priekš noteicošas attiecības starp virsotnēm, kas parāda, kādām tēmām jābūt apgūtām pirms izskatīt nākamo [154]. Lokiem var būt svāri, lai varētu kompensēt atšķirību informācijas daudzumā dažādos objektos. Zināšanu grafs ir aciklisks.

Imitācijas modeļi

Imitācijas modeļos studenta zināšanas ir iesniegtas datu struktūru veidā, bet iemaņas ir uzdotas ar procedūrām un to interpretācijas mehānismu. Ierobežojumu modelis [154] ietver mācību jēdzienu un iemaņu kopu, kā arī katra elementa apakšējo un augšējo ierobežojumu. Apakšējais ierobežojums atbilst zināšanu elementa konkrētai formai, bet augšējais – vispārīgai. Ierobežojumu vērtības tiek iegūtas mācīšanas gaitā ar induktīvas izvades palīdzību pēc uzdevumu risināšanas rezultātiem.

Pētījumu laikā tika izskatīti 16 modeļi un uz doto brīdi izplatītākie no studenta modeļa attēlošanas veidiem ir vektors [116, 122, 152] un grafs [1, 33, 44, 92, 112] – 30% un 61% atbilstoši. Visretāk sastopams ir ģenētiskais grafs – 2% [89]. Modeļu tipu izmantošana parādīta 3.16. attēlā.



3.16. att. Studenta modeļu tipi

3.4.2. Studenta modeļu apraksts

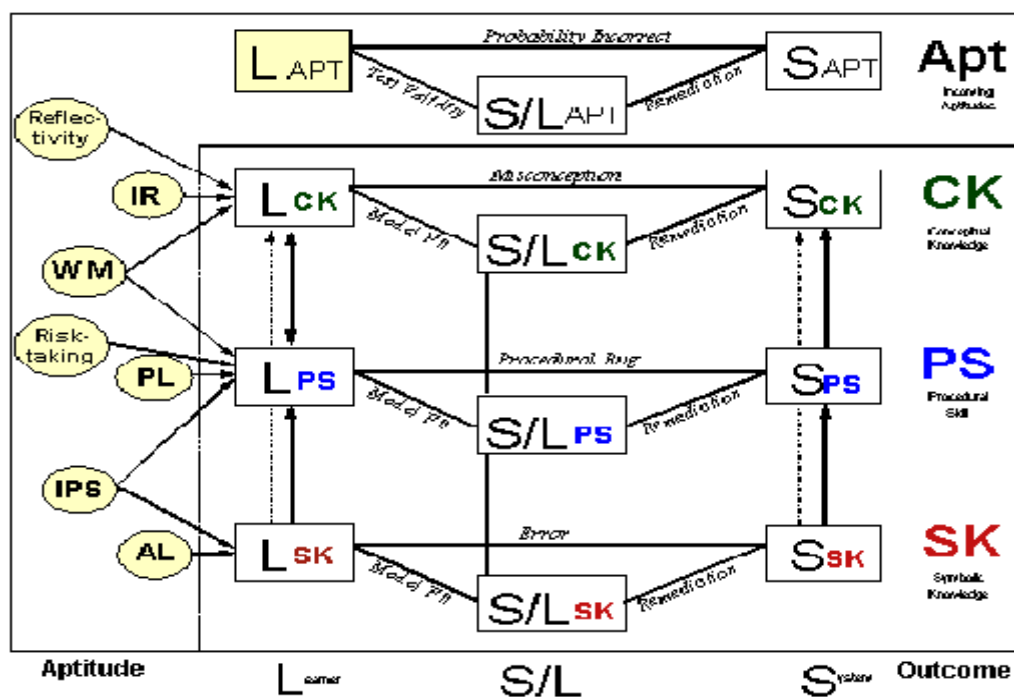
Pēc *GET-BITS* (Generic Tools for Building ITS – Intelligent tutoring systems) *Studenta modeļa ontoloģijas* tā komponenti atspoguļo [40]:

- ✓ patreizējo studenta zināšanu līmeni (kombinācija, kas iekļauj sevī vienu no 4 mācīšanas līmeņiem – Sākuma, Bāzes, Augstāks, Visaugstākais – un “punktus”, kas tiek izrēķināti no ceļiem šajā līmenī);
- ✓ studenta patreizējo progresu konkrētās stundas mācīšanās (“punkts(i)” stundu atkarību grafā);
- ✓ dažādu uzdevumu risināšanas mēģinājumu laiku un biežumu, kā arī griešanos pie priekšā teikšanām, palīdzības un paskaidrojumiem;
- ✓ studenta veikspēju, atbildot uz sistēmas jautājumiem un pildot uzdevumus (atzīmes un laiks, tāpat arī pareizu un nepareizu atbilžu proporcija). Šeit ir liela nozīme “veca” materiāla iegaumēšanai (jautājumi par materiālu no iepriekšējām sesijām);
- ✓ studenta mācīšanās uzvedība (korektu/nekorektu ceļu biežums materiāla apgūšanā);
- ✓ vērtējumi cik secīgi un cik bieži students izmanto sistēmu;
- ✓ studenta iniciatīvas darbības vērtējumi (piemēram, cik bieži students apmeklē saites, kas norāda uz papildus materiālu).

Atribūtu vērtības tiek izrēķinātas, aktivējot likumu un vienkāršu funkciju kopas no pedagoģiskā modeļa. Šī metode tiek izmantota sistēmā FLUTE (Formal Languages and aUTomata Education) [40].

Studenta Modelēšanas Pieeja Atsaucīgai Apmācībai (SMART – Student Modeling Approach for Responsive Tutoring) ir unikāla tajā ziņā, ka tā modelē ne tikai zināšanu un iemaņu attīstību (sfēras specifika) mikroadaptācijai, bet arī novērtē ieejošas spējas (vispārējas un specifiskas uzziņu tieksmes), lai piemērotu, pareģotu turpmāku apmācību, un indikatorus piemērotākai izglītojošai videi makroadaptācijai [112]. Vairākas mūsdienās pieejamas studenta modelēšanas pieejas balstās uz mācībspēka zināšanu un iemaņu reprezentēšanu. Kad dators reaģē uz izmainītām novērošanām ar modificētu mācību programmu, kas tiek koriģēta ik minūti, tad tā ir mikroadaptīva modelēšana. SMART struktūra attēlo standartu pieeju mikroadaptīvai modelēšanai (3.17. att.).

SMART struktūra ietver specifiskus zināšanu un iemaņu tipus, kas ir nepieciešami mācību procesa laikā (simboliskas zināšanas **SK**; procedūras iemaņas **PS**; konceptuālas zināšanas **CK**). Uz horizontālās ass ir parādītas mācībspēka zināšanu un iemaņu reprezentācija **L**, sistēmas reprezentācija mācību spēka zināšanām **S/L** un sistēmas/eksperta zināšanu vai iemaņu reprezentācija **S**.



3.17. att. SMART struktūra studenta modelēšanai

Papildus apzīmējumi, kas tiek izmantoti 3.17. attēlā, ir šādi: **Apt** – tieksme (Aptitude); **IR** – induktīvas spriešanas spējas (Inductive reasoning skill); **PL** – procedūrās apmācības spējas (Procedural learning skill); **IPS** – informācijas apstrādes ātrums (Information processing speed); **AL** – asociatīvas apmācības spējas (associative learning skill); **WM** – darbības atmiņa (working-memory). Īstenībā, SMART struktūra drīzāk attiecās uz eksperta modelēšanu nevis uz studenta, jo tajā tiek parādītas eksperta zināšanas, iemaņas un prasmes.

Vēl viens paņēmieni, kā var attēlot studenta modeli ir *Bajesa uzticības tīkls*, kurš tiek izmantots sistēmā IDEAL [33]. Mērs, cik labi ir apgūtas zināšanas, iemaņas un prasmes tiek attēlots kā varbūtību sadalījums pa iemaņu līmeņiem (iesācējs, sākuma, vidējās, augstākās, eksperta). Pieņemot, ka jautājumu izpilde ir neatkarīgi sadalīta, tad vienas iemaņas modelēšana ar n līmeņiem un q jautājumiem Bajesa tīklā ir vajadzīgas $n*q$ varbūtības un n iepriekšējās iemaņu līmeņu varbūtības, lai izrēķinātu varbūtību sadalījumu visām jautājumu atzīmēm. Lai modelētu k iemaņas, ir vajadzīgas $k*n*q$ varbūtības, kas ir pārāk daudz netriviālajiem reālās pasaules lietojumiem. Lai samazinātu nepieciešamu varbūtību skaitu un uzlabotu algoritma efektivitāti, līdzīgas sarežģītības jautājumi tiek grupēti kategorijās. Tādējādi, ir vajadzīgas $k*n*c$ varbūtības, kur c ir kategoriju skaits. Pēc tam varbūtību skaits tiek samazināts, ņemot vērā kategoriju atbilstību iemaņu līmeņiem. Tāpat tiek ņemtas vērā arī tādas nosacījuma varbūtības, kā “kļūme” (s , slīdēšana, kad students izlaiž jautājumu vai varbūt uzmin atbildi, kura viņam būtu jāzina) un “laimīgs minējums” (g) (3.5. tabula).

3.5. tabula

Nosacījuma varbūtību izmantošana

Jautājums	Iemaņu līmenis				
	Iesācējs	Sākuma	Vidēja	Augstāka	Eksperts
Sākuma	g	1-s	1-s	1-s	1-s
Vidēja	g	g	1-s	1-s	1-s
Augstāka	g	g	g	1-s	1-s
Eksperts	g	g	g	g	1-s

Pamatojoties uz Bajesa teoriju un uz pieņēmumu, ka izpildes dati ir neatkarīgi, nosacījuma iemaņu līmeņu varbūtības ir

$$\begin{aligned}
p(X = x_j | \vec{e}) &= \frac{1}{p(\vec{e})} * p(X = x_j) * p(\vec{e} | X = x_j) = \\
&= \frac{1}{p(\vec{e})} * p(X = x_j) * \prod_{i=1}^n p(e_i | X = x_j) = \\
&= \frac{1}{p(\vec{e})} * p(X = x_j) * (1 - s)^{\sum_{i=1}^j e_{i+}} * s^{\sum_{i=1}^j e_{i-}} * g^{\sum_{i=1}^j e_{i+}} * (1 - g)^{\sum_{i=1}^j e_{i-}}, \quad (15)
\end{aligned}$$

kur X attēlo iemaņu līmeni; \vec{e} ir pierādījumu vektors no n elementiem, kurā katrs elements e_i satur divus skaitļus, e_{i+} un e_{i-} , atbilstošus pareizu un nepareizu atbilžu skaitam uz jautājumu ar sarežģītības līmeni i .

Modeļa priekšrocības ir šādas:

- 1) jautājumi var būt pievienoti, izmesti vai pārvietoti starp kategorijām ar minimālām izmaksām;
- 2) modelis iekļauj nenoteiktību un pieļauj “slīdēšanu” un “uzminēšanu” studenta izpildē;
- 3) laika sarežģītība ir lineārā datu vienumu skaitā, turpretim uzticības tīkla koriģēšana ir NP-sarežģīta;
- 4) ir nepieciešams mazs parametru skaits.

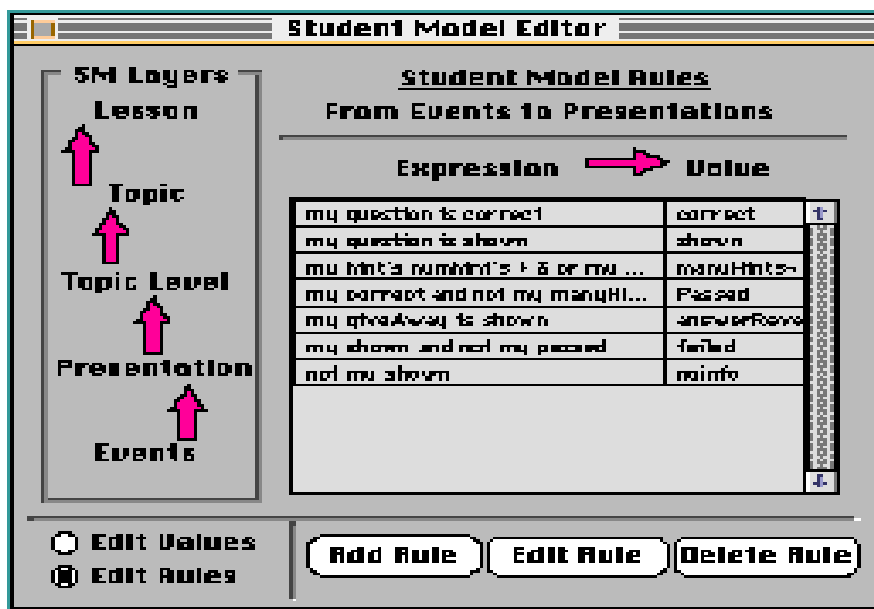
Modeļa ierobežojums ir tāds, kā tiek modelēti tikai bināru vērtību pierādījumi un tikai viena iemaņa var būt modelēta vienā reizē.

Autorizācijas rīkos Eon mācību process apvieno zināšanu bāzi un mācīšanas metodes [50]. Studenta modelis tiek attēlots, izmantojot likumus (3.18. att.). Bet, kā atzīmē paši autori, šis Studenta modeļa redaktors ir ierobežojošs, jo likumi un vērtības var būt definētas tikai pēc lēmuma līmeņa, t.i., visiem vienumiem lēmuma līmenī ir vienādi likumi un vienādas vērtību kopas. Tātad, otrais studenta modeļa veidošanas paņēmiens ir *zināšanu bāze*.

Stacy Marsella [77] piedāvā veikt modelēšanu, kas balstās uz situācijām nevis uz notikumiem, jo ir svarīga studenta uzvedība un reakcija konkrētajā situācijā. Tas nozīmē, ka uzvedības izmaiņas tiek vērtētas pēc situācijas, un pēc uzvedības izmaiņām var izsecināt trūkstošu informāciju. Šī pieeja balstās uz *daļējiem stāvokļu aprakstiem un tendencēm šajos aprakstos*.

INSTRUCT [81] ir interaktīva pieeja studenta modeļa konstruēšanai. Tā ļauj tiešsaistes režīmā veidot modeli un noteikt pedagoģiskās darbības, kas nodrošina mācību vielas pielāgošanu un tūlītēju reakciju uz studenta kļūdām. Šī metode ir interaktīva, jo iesaista studentu dialogā, lai noskaidrotu viņa/s mērķus. Pedagoģiskās darbības un studenta modelis

tiek ģenerēti apmaināmi, tādējādi, nodrošinot instrukciju dinamisku adaptāciju, problēmas ģenerāciju un neatliekamu reakciju uz studenta kļūdām. Šī metode tiek izmantota sistēmā SINT (Symbolic Integration Tutor, Simbolisko Integrāciju Mācībspēks) [83].



3.18. att. Studenta modeļa redaktors

Nemonotonas induktīvas studentu modelēšanas algoritmi (Nonmonotonic inductive student modeling algorithms) HSMIS un THEMIS [77]. Hipotētiska Studenta Modeļa Izveduma Sistēma (HSMIS – Hypothetical Student Model Inference System) iedarbina uz pieņēmumiem bāzētu patiesuma uzturēšanas sistēmu (ATMS – Assumption-based Truth Maintenance System), lai uzturētu studenta modeļa ģenerēšanas secību. HSMIS arhitektūras pamatā ir loģiskā valoda, t.i., Studenta Modeļa Apraksta valoda (SMDL – Student Model Description Language), kurā studenta saprašanas attēlošanai tiek izmantotas četras patiesuma vērtības. No apmācības viedokļa svarīgāka problēma ir notvert studentu pretrunīgas zināšanas tādas, kādas tās ir [77]. THEMIS iedarbina ATMS, lai pārvaldītu vairākas “pasaules”, kas nodrošina studenta modeļa ģenerēšanu ar pretrunām.

3.4.3. Studenta modeļu salīdzinošā analīze

Darbā ir apskatīti daži paņēmieni, kā var konstruēt studenta modeli, kādas sastāvdaļas tas var ietvert. Katram no tiem ir savi trūkumi un priekšrocības. Priekšrocības izpaužas tajā ziņā, ka modelī ir ievēroti kādi svarīgi apmācībai faktori, kas nav iekļauti citos modeļos. Un trūkumi izriet no priekšrocībām, t.i., nav iekļautas kādas citas ne mazāk svarīgas īpašības. Lielāka daļa no modeļiem ņem vērā tikai studenta zināšanu līmeni, kas tiek vērtēts pēc

uzdevumu izpildes rezultātiem. Tomēr adaptīvai sistēmai ir jāpievērš uzmanība arī tādām faktoram, kā studenta personiskās psiholoģiskās īpašības.

Studenta modeļu pētīšanas laikā tika analizēti 16 modeļi, ņemot vērā parametrus, kas var ietekmēt apmācības procesa rezultātu un kuri bija iekļauti izskatāmajos modeļos. Šie modeļu komponenti ir šādi:

- (1) zināšanu līmenis;
- (2) psiholoģiskas īpašības;
- (3) mācīšanās ātrums;
- (4) uzdevumu izpildes kvalitāte;
- (5) mācīšanās spējas;
- (6) iemaņu un prasmju līmenis;
- (7) apmācības metode, stratēģija;
- (8) zināšanu grafs.

Modeļu salīdzinošās analīzes rezultāti ir parādīti 3.6. tabulā (tabulas kolonas atbilst iepriekš minētam parametru sarakstam).

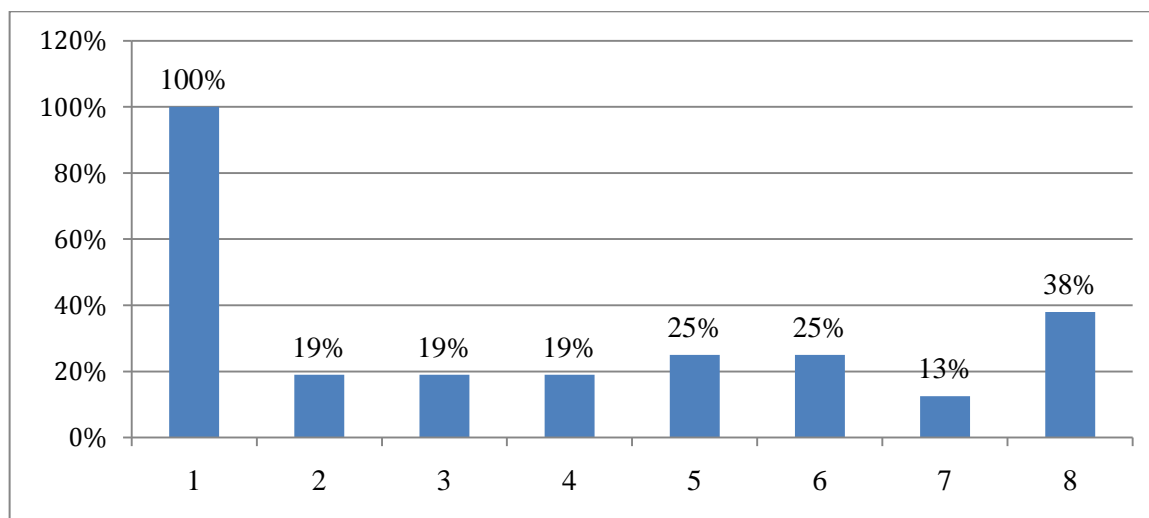
Kā var redzēt, visos modeļos ir iekļauts tāds parametrs, kā “Zināšanu līmenis”. Tas ir acīmredzami, jo viens no galvenajiem apmācības mērķiem ir dot studentam nepieciešamas zināšanas priekšmetā. Lielākoties šis parametrs apvieno sevī ne tikai zināšanas, bet arī iemaņu un prasmju līmeni un tiek attēlots, kā materiāla apgūšanas gala vērtējums. Toties tas neļauj precīzi noteikt vai tiešam students sasniedzis konkrēta kursa mācīšanas mērķus. Protams, atsevišķi zināšanas, iemaņas un prasmes var noteikt no izpildītājiem uzdevumiem, bet lietderīgāk atdalīt šos parametrus, lai skaidri varētu redzēt studenta iegūtos rezultātus un noteikt turpmāko darbu katram individuāli – kādam var būt nepieciešams papildus apgūt teorētiskus jautājumus, dažiem otrādi – pietrūkst praktisko darbu izpildes prasmes un vajadzētu ieteikt risināt līdzvērtīgus uzdevumus. Pie tam, zināšanu, iemaņu un prasmju līmenis kaut ir viens no galvenajiem rezultātiem, bet tomēr nav vienīgais faktors, kas ietekmē mācīšanās procesu un tā iznākumu.

Psiholoģiskās īpašības un spējas gandrīz nevienā modelī nav iekļauts, kaut šie parametri būtiski iespaido visu procesu – gan kāda informācija tiks sniegta, kādā veidā un secībā, kā tiks organizēts praktiskais darbs (grupā vai individuāli), u.tml. Ja ir runa par psiholoģiskajām īpašībām, tad lielākoties tas ir mācīšanās stils, kurš nosaka, kādā secībā tiks sniegta jauna informācija – no vispārējās informācijas uz detalizējumu vai otrādi. Taču būtiski arī ņemt vērā citus rādītājus, kas noteiks, kā jāorganizē apmācība.

Studenta modeļu salīdzinošā analīze

Nr.	Modelis	Parametri							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HBLE	+							+
2	OLAE	+							
3	POLA	+							
4	ATS	+		+					
5	Cascade	+	+				+		
6	Procedural Problem Solving	+			+				
7	MicroWeb	+							
8	Eon	+						+	+
9	FLUTE	+			+	+			+
10	SMART	+		+			+		
11	Spiral model	+				+		+	+
12	KBS Hyperbook System	+	+			+			
13	IDEAL	+					+		
14	5 components model	+							+
15	JTS	+	+			+			+
16	KONTAKT sistēmas modelis	+		+	+		+		

Studenta modeļa parametru ievērošanas biežums ir parādīts 3.19. attēlā.



3.19. att. Apmācības parametri studenta modeļos

3.5. Studenta modelis adaptīvai mācīšanai

Pašlaik ir pieejami vairāki studenta modeļi, kuriem ir savas priekšrocības un trūkumi. Tie veiksmīgi tiek lietoti dažādās sistēmās, taču, kā bija iepriekš minēts, tie lielākoties ievēro vienu parametru (vai parametru apvienojumu), līdz ar to nenodrošinot pilnībā adaptējamības un adaptivitātes iespējas. Mācīšanās efektivitāti ietekmē vairāki faktori, kas ir iekļauti studenta modelī adaptīvai mācīšanai. Faktori tika noskaidroti un definēti, veicot pieejamo modeļu, sistēmu un pedagoģiskās literatūras pētījumus, kā arī eksperimentus. Rezultējošs studenta modelis iekļauj sevī 19 parametrus, kas palīdz nodrošināt katram individuāli adaptīvu apmācības procesu. Visi parametri atbilstoši studenta modeļa komponentiem ir parādīti 3.7. tabulā.

Piedāvājamam studenta modelim ir neviendabīga hierarhiskā struktūra, t.i., pirmajā līmenī tas ir vektors, bet otrajā atkarībā no komponenta – vektori, skalārs un grafs.

Tādējādi, studenta modeļa pirmais līmenis izskatās šādi (16):

$$M_{st} = \{M_{vi}, M_{am}, M_{sl}, M_{pī}, M_d, M_{pap}\} \quad (16)$$

Vispārējā informācija ir vektors

$$M_{vi} = \{MP, F, Spec, PS\}, \quad (17)$$

kur MP – mācību programma, $MP = \{\text{bakalaurs, inženieris, maģistrs, koledža}\}$; F – fakultāte; Spec – specialitāte; PS – pieredze darbā ar datoru, $PS = \{\text{augsta, vidēja, zema}\}$. Mācību programmas, fakultātes un specialitātes dati tiek iegūti no dekanāta un nosaka, kādi kursi un kādā detalizācijas līmenī ir jāapgūst. Savukārt, pieredze darbā ar datoru parāda vai studentam ir nepieciešama palīdzība tieši darba organizēšanai ar sistēmu, kā tādu. Ja pieredze ir zema, tad ir jāizvada papildus komentāri, kas palīdzēs studentam saprast, kas kādā brīdī ir jādara, lai izpildītu prasīto, kā var izmantot dažādas sistēmas iespējas, u.tml. Šādi komentāri neattiecas uz pašu kursu, kursa mācību vielu, toties palēnina apgūšanas procesu, kas arī jāņem vērā.

Apmācības metode M_{am} parāda, kāda apmācības metode AM un/vai mācīšanas stratēģija MS ir jārealizē tekošajā solī. Šis komponents var būt arī attēlots vektora veidā, jo metode un stratēģija tiek izskatītas atsevišķi:

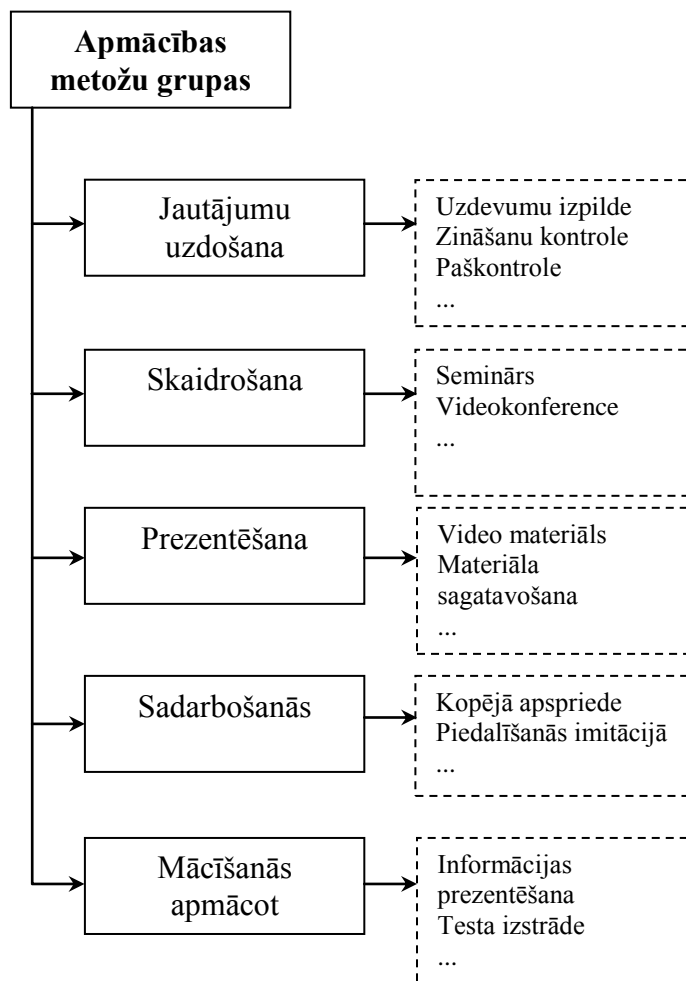
$$M_{am} = \begin{cases} AM, \\ AM, MS \end{cases} \quad (18)$$

Studenta modeļa parametri

Komponents	Parametri
Vispārēja informācija M_{vi}	Mācību programma Fakultāte Specialitāte Pieredze darbā ar datora sistēmām
Apmācības metode M_{am}	Metode un/vai stratēģija (var būt apvienojums)
Sagatavotības līmenis M_{sl}	Zināšanu līmenis Iemaņu un prasmju līmenis Rangs
Psiholoģiskās rakstura īpašības M_{pi}	Uztveršanas tips (audiālais, vizuālais, kinestētiskais) Orientācija (uz uzdevumu, uz sevi, uz sadarbību) Mācīšanās veids (aktīvistis, domātājs, teorētiķis, pragmatīķis)
Tekošais darbs ar kursu M_d	Atkārtošanas Ātrums Kļūdu skaits Mēģinājumu skaits Atzīme
Papildus informācija par darbu M_{pap}	Paskaidrojumi Piemēri Informācijas meklēšana ārpus sistēmas

Apmācības metodes var būt iedalītas 5 grupās (3.20. att.) [119, 120].

1. Jautājumu uzdošana/uzdevumu izsniegšana – studentam tiek piedāvāti dažādi jautājumu vai uzdevumi, kas jāatrisina. Uz šo grupu ir attiecināmas sekojošas metodes:
 - uzdevumu izpilde – tiek piedāvāti tikai praktiskie uzdevumi iemaņu un prasmju formēšanai. Pie tam uzdevumi var būt risināmi pa soļiem vai ievadot gala atbildi, kas tiek noteikts atbilstoši stratēģijai un adaptācijas algoritmam;



3.20. att. Apmācības metožu grupas

- zināšanu kontrole – studentam jāizpilda kursa noslēdzošais kontroldarbs, kurā var būt iekļauti dažāda tipa jautājumi un uzdevumi. Kontroldarba veidošanas un novadīšanas parametrus, kā arī vērtēšanas algoritmu nosaka mācībspēks vai mācību vielas autors [100];
- paškontrolē – līdzīga iepriekšējai metodei, bet parametrus (jautājumu skaitu, komentāru izvadi, laika ierobežojums, u.tml.) izvēlas pats students;
- testa izpilde – tiek piedāvāti dažāda tipa jautājumi konkrētajā tēmā. Līdzīgi zināšanu kontrolei, testa vērtēšanas algoritmu un novadīšanas stratēģijas parametrus nosaka mācībspēks;
- materiāla sagatavošana – raksta, pārskata, uzdevumu risinājuma sagatavošana un iesniegšana ārējā režīmā, izmantojot e-pastu, forumu vai sistēmā iebūvētu sazināšanas (failu apmaiņas) iespēju;

2. Skaidrošana – apvieno metodes, kas pēc būtības ir tuvu lekcijām, kur tiek paskaidrots jauns materiāls vai iepriekš sniegtais. Grupas metodes iekļauj sevī:
 - seminārs – informācijas prezentēšanas un kopējās apspriedes apkopojums, kas ļauj parādīt jaunas idejas, pētījumus un sasniegumus. Šī metode var būt arī attiecināma uz sadarbību grupās, tomēr seminārā pārsvarā ir daži (vai viens) cilvēki, kas izskaidro savas idejas un rezultātus, un tas ir tuvāk lekcijai;
 - videokonference/videolekcija – darbs notiek līdzīgi semināram vai parastajai lekcijai, tikai šajā gadījumā tiek izmantots papildus videokonferenču aprīkojums, kas nodrošina lielāku ģeogrāfisko pārklājumu, sniedzamas informācijas vizualizāciju (mācībspēks var rādīt visu, kas ir nepieciešams), kā arī cilvēcisko faktoru, kas paaugstina uztveres pakāpi;
 - informācijas iegūšana (lasīšana) – tiek piedāvāts tikai teorētiskais materiāls. Tam var būt izmantotas dažādas tehnoloģijas, taču jebkurā gadījumā, tā ir lasāmviela;
3. Prezentēšana – informācijas vai risinājuma attēlošana, izmantojot papildus rīkus un apskatot situāciju no dažādiem viedokļiem:
 - video materiāla apskats – tiek izvadīts mācību objekts, kura tips ir video. Atšķirībā no videokonferencēm šī metode neparedz mijiedarbību, t.i., informācijas pasniegšana notiek vienā virzienā – no mācībspēka studentam. Tāpat arī darbu organizē līdzīgi lekcijai, taču bez iespējas uzdot jautājumus un precizējumus;
 - podkasta (podcast) klausīšana – līdzīgi iepriekšējai ar mācību objekta tipu audio;
4. Sadarbošanās – darbs grupās, kad studentiem jārisina kādi uzdevumi, jāizstrādā projekti kopīgi:
 - kopējā apspriede – „brainstorming”, diskusija, kuras laikā katram jāizsaka savs viedoklis par kādu tēmu, problēmu un tās risinājumu, iespējamām metodēm un/vai algoritmiem, u.tml.;
 - piedalīšanās imitācijā – kopējais uzdevums, kura laikā jāizstrādā imitācijas modelis;

5. Mācīšanās apmācot – studenti sagatavo materiālu un „spēle” mācībspēka lomā.

Grupās metodes ir šādas:

- informācijas prezentēšana – prezentācija, uzstāšanās par noteiktu tēmu. Darbs tiek organizēts līdzīgi semināram, taču semināra laikā tiek apspriesti padarīta darba rezultāti, izstrādātas jaunas idejas, pieejas problēmu risināšanai, bet šajā gadījumā studentam jāiemāca kaut kas jauns saviem kolēģiem;
- testa izstrāde – jāizstrādā jautājumi par noteikto tēmu, kā arī jānosaka to (atsevišķi jautājumu vai visa testa kopumā) vērtēšanas kritēriji, metodes un algoritmi;

Savukārt, izšķir trīs galvenās stratēģijas [74], kuras nosaka mācību objektu veidu un to secību:

- ✓ uzvedības (behaviorism) – pamatā ir pozitīva vai negatīva reakcija uz studenta darbībām. Tādējādi, katrā solī studentam tiek izvadīts komentārs par izdarīto, kurš palīdz apdomāt un veikt nākamās darbības;
- ✓ kognitīvisms (cognitivism) – šeit ir svarīga ne tikai mācīšanās procesa izeja, rezultāts, bet arī kā tas tika sasniegts, apmācības gaita, tāpēc kursa/tēmas apgūšanas vērtējums tiek noteikts, ievērojot izdarītus soļus, kādi mācību objekti konkrēti tika izmantoti;
- ✓ konstruēšanas (constructivism) – studenti konstruē modeļus, idejas un savieno tās ar savām iepriekšējām zināšanām. Mūsdienās populārs kļūst konstruēšanas stratēģijas paveids – sociālā konstruēšana jeb sadarbības mācīšanās (collaborative learning) – studenti „dalās” ar savām zināšanām, izpildot uzdevumus grupās. Šīs stratēģijas izmantošanas gadījumā studentiem tiek piedāvāti uzdevumi, kas ir risināmi grupās, un individualizācija notiek, iekļaujot pēc nepieciešamības arī trūkstošu teorētisko materiālu, lai katrs varētu atrisināt savu kopējās problēmas daļu (apakšuzdevumu).

DMS ietvaros apmācības metode parāda, kādos režīmos ir pieejams katrs kurss. Tās noteikšana lielākoties ir atkarīgā no mācībspēka, kurš to nosaka, taču sistēmas adaptējamības iespējas nodrošināšanai studentiem var ļaut izvēlēties, kādā režīmā viņi vēlas strādāt. Tas motivē apmācāmos pildīt uzdevumus, bet jāievēro arī iegūti rezultāti, jo kursa apgūšanas galvenais mērķis ir iegūt nepieciešamas zināšanas, iemaņas un prasmes. Ja students izvēlās atviegloto režīmu (piemēram, atsaucis vai vienkārši informācijas režīms bez zināšanu

pārbaudēm), tad tas varbūt nepietiekošs līmenis un tādā gadījumā viņam/viņai jāizpilda papildus darbības. Tādējādi, režīma izvēli lietderīgāk nodrošināt studentiem ar augstu sagatavotības līmeni.

Sagatavotības līmenis M_{sl} arī ir vektors

$$M_{sl} = \{Z, IP, Rangs\}, \quad (19)$$

kur Z – zināšanu līmenis, IP – iemaņu līmenis un prasmju līmenis, $Rangs$ – rangs, kas ir atkarīgs no zināšanu, iemaņu un prasmju līmeņa. Z un IP komponenti ir atzīme 10-ballu sistēmā. Ja students uzsāk darbu ar sistēmu pirmo reizi (nav par viņu nekādu ziņu), tad, lai noteiktu šī vektora komponentu vērtības var izmantot divus paņēmienus:

- iepriekšējā testēšana nosaka studenta zināšanas, iemaņas un prasmes citos priekšmetos vai tēmās un parāda, vai viņš/-a ir gatavs tekošajam kursam;
- dekanāta dati par studenta rezultātiem citos priekšmetos iepriekšējos gados/semestros, kas ir nepieciešami tekošā kursa apguvei.

Pirmajā gadījumā (iepriekšēja testēšana) testā tiek iekļauti jautājumi un uzdevumi, kas atbilst studenta mācību programmai un specialitātei. Otrajā gadījumā arī jābalstās uz svērtām atzīmēm, ievērojot vispārējo informāciju par studentu – katras specialitātes un mācību programmas kursu nozīmību.

Savukārt, rangs $Rangs$ ir svērta atzīme, kas tiek noteikta no Z un IP , ievērojot tēmas nozīmību katrai fakultātei, specialitātei un mācību programmai. Nozīmība šajā gadījumā ir svars.

Sastādot savu kursu, mācībspēks (vai mācību vielas autors) nosaka robežpunktus, kuros sagatavotības līmenis mainās (tiek aprēķinātas jaunas vērtības) atbilstoši iegūtajiem rezultātiem, balstoties uz tekošo darbu ar kursu. Šis komponents nosaka, cik detalizētai jābūt sniedzamai informācijai un cik grūtiem jābūt uzdevumiem, t.i., nosaka kādi mācību objekti ir jādod studentam.

Psiholoģiskās īpašības M_{pi} tiek attēlotas vektora veidā:

$$M_{pi} = \{UT, O, MVeids\}, \quad (20)$$

kur UT ir uztveres tips, $UT = \{\text{audiāls, vizuāls, kinestētiskis}\}$; O – orientācijas veids, $O = \{\text{uz uzdevumu, uz sevi, uz sadarbību}\}$; $MVeids$ – mācīšanās veids, $MVeids = \{\text{aktīvistis, domātājs, teorētiskis, pragmatiskis}\}$. Psiholoģiskās īpašības arī ietekmē informācijas detalizāciju, bet galvenais – mācību objektu veidu, t.i., piemērs vai paskaidrojums (uztveres tips), kā arī uzdevumu grūtību un to formulējumu (orientācija). Mācīšanās veids arī ietekmē mācību objekta veidu un saturu: aktīvistu labprāt apgūst visu jauno, virzīti uz sadarbību, bet kā

galvenais organizētājs, toties dod priekšroku problēmām, kas ir ātri risināmas; domātājiem ir jāpiedāvā vairāk piemēru, jau gatavus risinājumus, uzdevumus labāk piedāvāt tādus, kas prasa detalizētu pārdomāšanu un datu savākšanu; teorētiķiem ir nepieciešams apgūt, izpētīt pēc iespējas vairāk teorijas, pie tam šai informācijai jābūt pasniegtai maksimāli noteikti un precīzi; pragmatīki izmēģina visu jaunu praksē, tādēļ viņiem interesantāki praktiski uzdevumi nevis teorija [114]. Pareizs (atbilstošs katram indivīdam) informācijas attēlošanas veids un saturs paaugstina tās iegaumēšanas un izprašanas līmeni. Visu psiholoģisko īpašību noteikšanai pirms apmācības uzsākšanas studentam var būt piedāvāti speciālie testi [98, 172].

Taču speciālo testu izpilde var būt apgrūtināša, it īpaši ņemot vērā, ka DMS ir cits mērķis, kas ietekmē studenta uztveri un vēlēšanās pēc iespējas ātrāk izpildīt visu, kas ir prasīts, nevis pavadīt daudz laika tikai gatavojoties uzsākt darbu ar sistēmu. Līdz ar to vienkāršākais un ātrākais veids, kā noskaidrot nepieciešamas apmācībai īpašības, ir piedāvāt studentam atbildēt uz konkrētiem jautājumiem, piemēram, „Kādā veidā Jums vieglāk saprotama informācija: Teksts, Bilde, Audio, Prezentācija”. Šāda pieeja nodrošina sākumvērtību noskaidrošanu, kas mācīšanās gaitā var mainīties atbilstoši darbam un aktivitātēm.

Tekošais darbs ar kursu ir grafs M_{id} (V, L), kas tiek veidots mācīšanās laikā. Grafa virsotnes, savukārt, ir vektori

$$V = \{MO_ID, Atk, Pask, Piem, \bar{A}tr, KD, UG, MSk, Atz\}, \quad (21)$$

kur MO_ID ir mācību objekta identifikators; Atk – atkārtošanas (cik reizes atkārtoja tekošo tēmu); Pask – paskaidrojumi (cik reizes izmantoja iespēju gūt paskaidrojumus noteiktiem terminiem, jēdzieniem utt.); Piem – piemēri (cik reizes izmantoja iespēju apskatīties piemērus, kas attēlo noteikta jēdziena lietošanas gadījumus); $\bar{A}tr$ – ātrums (cik ilgi strādājis ar tekošo mācīšanās objektu); KD – kļūdu daudzums (cik reizes kļūdījās, izpildot uzdevumu, attiecās tikai uz MOU); UG – uzdevuma MOU grūtība, $UG = \{zema; vidēja; augsta\}$, t.i., zems, vidējais un augsts līmenis; MSk – mēģinājumu skaits, kas parāda, cik reizes students mēģinājis izpildīt uzdevumu MOU; Atz – atzīme (atzīme par izpildīto uzdevumu, kuras izlikšanai tiek ņemti vērā uzdevuma parametri, kā arī kļūdu un mēģinājumu skaits). Kā ir redzams no aprakstiem, šis studenta modeļa komponents ir iedalāms trijās grupās:

- elementi, kas attiecās tikai uz teorētiskajiem mācību objektiem MOI: Atk, Pask, Piem;
- elementi, kas attiecās tikai uz praktiskajiem mācību objektiem MOU: KD, UG, MSk, Atz;

- viens elements, kas attiecās uz abu veidu mācību objektiem – Ātr.

Visi šī komponenta elementi ir nepieciešami, lai individualizētu kursa apgūšanas procesu katram studentam – atbilstoši tekošā mācību objekta apstrādei (apgūšanas ātrums, paskaidrojumu izmantošana, kļūdu daudzums, utt.) tiek noteikts nākamais, kas palīdzēs labāk iemācīties tēmu un iegūt nepieciešamas iemaņas un prasmes.

Tekošā darba grafs tiek veidots atkarībā no priekšmeta modeļa, dialoga scenārija un studenta darba. Grafa piemērs ir redzams 3.21. attēlā.

Virsoņnes, kas ir parādītas 3.21. attēlā, ir šādas:

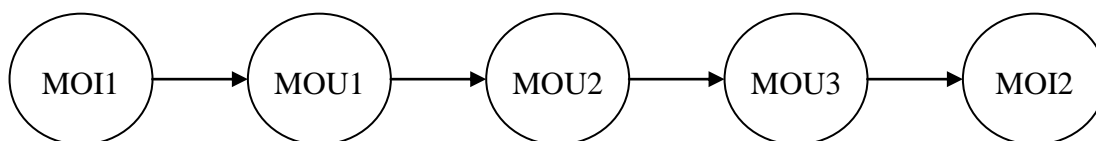
$$V_1 = \{\text{MOI1}; 0; 0; 0; 10; -; -; -; -\},$$

$$V_2 = \{\text{MOU1}; -; -; -; 15; 2; \text{vidēja}; 3; 4\},$$

$$V_3 = \{\text{MOU2}; -; -; -; 10; 0; \text{zema}; 1; 6\},$$

$$V_4 = \{\text{MOU3}; -; -; -; 7; 0; \text{zema}; 1; 8\}$$

$$V_5 = \{\text{MOI2}; 0; 0; 1; 15; -; -; -\}.$$



3.21. att. Tekošais darbs ar kursu

Tas nozīmē, ka students pēc pirmā mācību objekta MOI1 apguves (kuram viņš veltīja 10 minūtes) pildīja uzdevumu MOU1 ar vidējo grūtības līmeni. Šim uzdevumam tika veltītas 15 minūtes, izdarīja divas kļūdas un atbildēja pareizi trešajā reizē, rezultātā iegūstot atzīmi 4. Ņemot vērā, ka students nevarēja izpildīt vidējas grūtības uzdevumu, viņam tika dots vieglāks – MOU2, kuram viņš veltīja 10 minūtes, uzreiz atbildēja pareizi un atzīme ir 6. Lai nostiprinātu rezultātu, viņam tika piedāvāts vēl viens zemas grūtības uzdevums – MOU3, kuru viņš izpildīja 7 minūšu laikā, uzreiz atbildēja pareizi – atzīme 8. Pēc uzdevumiem students pāriet pie nākamā mācību objekta – MOI2, ko viņš mācījās 15 minūtes, izmantojot iespēju apskatīties piemērus.

Kā redzams 3.21. attēlā, tekošais darbs ar kursu ir lineārs grafs, jo parāda ceļu, kā students „iet” pa priekšmeta vai tēmas modeli.

Tādējādi, balstoties uz studenta modelī glabājamo informāciju, no zināšanu un datu bāzes tiek atlasīti mācību objekti ar atbilstošiem metadatiem [72]: veids (galvenais, piemērs, paskaidrojums), tips (teksts, audio, video, utt.), ilgums vai garums (attiecīgi tipam),

nozīmīgums specialitātei, atbilstība mācību programmai, uzdevuma/jautājuma grūtības līmenis, u.c.

Papildus parametri tiek attēloti vektora veidā

$$M_{\text{pap}} = \{ \text{Pask, Piem, Mekl} \}, \quad (22)$$

kur katrs elements parāda, vai students tekošās sesijas laikā izmantoja papildus iespējas apskatīties mācību objektu detalizētus paskaidrojumus (Pask), izpētīt piemērus (Piem), kas ir saistīti ar noteikta jēdziena lietošanas situācijām, un meklēt informāciju ārpus sistēmas (Mekl). Šis komponents nosaka, vai studentam ir grūtības kāda jēdziena (vai jēdzienu grupas) apgūšanā, vai arī konkrētajā dienā. Jebkurā gadījumā šo rādītāju vērtības ietekmē divas sesijas – tekošo un nākošo, t.i., tekošajā – sistēma piedāvā detalizētākus mācību objektus un ja tas joprojām nav pietiekoši, tad dod padomus, kur var izpētīt šo materiālu vēl pamatīgāk, nākošajā – var izmainīties rangs, atbilstoši kuram tiek noteikti studentam sniedzamie mācību objekti. Protams, var gadīties, ka vienkārši konkrētā diena un laiks nebija piemēroti apmācībai psihofizioloģiskā stāvokļa dēļ [104], tad var ietekmēt studentu, lietojot dažādus sensorus. Taču darbā [104] nav līdz galam aprakstīts, kad un kādā mērā var iedarboties uz cilvēku ar šādām ierīcēm, lai varētu iegūt augstāku efektivitāti un tai pašā laikā neiespaidot studenta psihi. Pie tam pašlaik sensoru ierīces ir pietiekami dārgas vai masīvas, lai students justos ērti un nesaspringti, kas apgrūtina psihofizioloģiskā stāvokļa apstrādi, līdz ar to šajā darbā ir apskatāms gadījums, kad studentam piespiedu kārtā tiek piedāvāts pārtraukums – materiāla apgūšanai vai atpūtai (ko, protams, izvēlās pats students) ārpus sistēmas.

Kā jau bija iepriekš minēts, studenta aktivitāte ietekmē mācību objektu izvēli atbilstoši priekšmeta modelim. Tāpat arī mācīšanās laikā students iegūst jaunās zināšanas, iemaņas un prasmes, kā arī mainās viņa/-s pārējās īpašības. Pēc kursa apgūšanas ir jāpārbauda, vai ir sasniegti iepriekš izvirzīti mērķi, t.i., jāsalīdzina studenta modelis ar zināšanu modeli. Tādējādi, studenta modeļa komponentu sasaiste ar priekšmeta un zināšanu modeļiem var būt attēlotas, izmantojot hiperteksta matemātisko modeli (3.22., 3.23. att.) [175]:

- M_{am} ietekmē MO grūtības līmeni, mēģinājumu skaitu, režīmu un mērķi;
- M_{vi} , M_{td} , M_{sl} , M_{pap} – komentāru izvadi, uzdevumu grūtību, specialitātei un fakultātei atbilstošus MO, mācību objekta tipu;
- M_{pi} – MO attēlošanas veidu un tipu.

Tādējādi, saišu aprakstam var būt lietoti trīs veidi:

1. R_1 – veids-tips M_{am} komponentam, jo nosaka, kas būs piedāvāts konkrētajā brīdī;

2. R_2 – cēlonis-sekas M_{vi} , M_{td} , M_{sl} , M_{pap} grupai, jo atbilstoši tekošajai studenta darbībai tiek noteikts turpmākais ceļš;
3. R_3 – vienādība $M_{pī}$ komponentam, jo mainās tikai attēlošanas veids, taču jēdziens aprakstīts viens un tas pats.

Katra komponenta (komponentu grupas) tezaurs izskatās šādi:

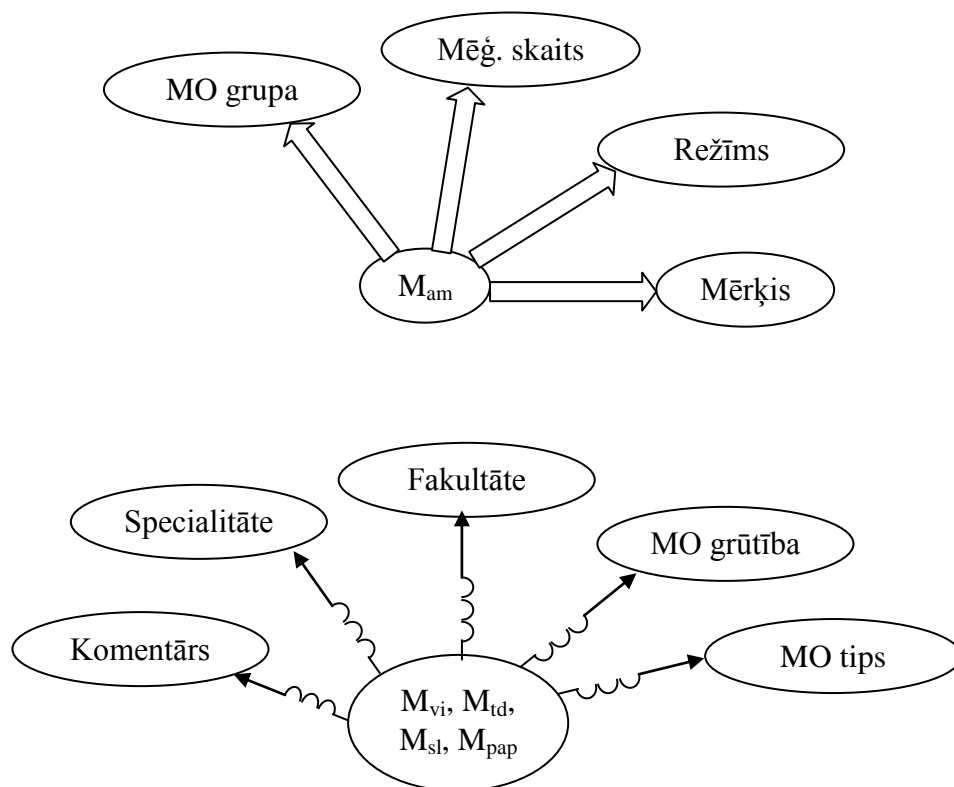
$$t_{M_{am}} = \{M_{am}, A_{M_{am}}(R_1(\text{MO grupa, mēģinājumu skaits, režīms, mērķis}))\}$$

$$t_{M_{vi}, M_{td}, M_{sl}, M_{pap}} = \{M_{vi}, M_{td}, M_{sl}, M_{pap}, A_M(R_2(\text{komentārs, grūtība, specialitāte, fakultāte, tips}))\}$$

$$t_{M_{pī}} = \{M_{pī}, A_{M_{pī}}(R_3(\text{attēlošanas veids, tips}))\}$$

Tādējādi, kopējais priekšmeta un studenta modeļa saišu tezaurs iekļauj visus komponentu tezaurus [175]:

$$T = \{M_{am}, M_{vi}, M_{td}, M_{sl}, M_{pap}, M_{pī}, A_{M_{am}}(R_1(\text{MO grupa, mēģinājumu skaits, režīms, mērķis})), A_M(R_2(\text{komentārs, grūtība, specialitāte, fakultāte, tips})), A_{M_{pī}}(R_3(\text{attēlošanas veids, tips}))\}.$$

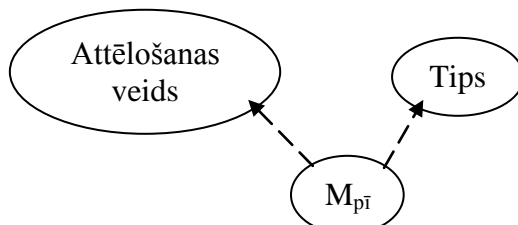


3.22. att. Studenta un priekšmeta modeļu komponentu sasaistes

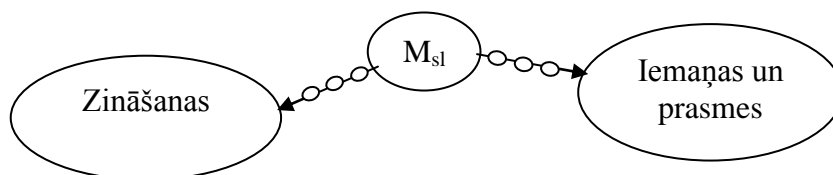
Savukārt, studenta modeļa sasaiste ar zināšanu modeli notiek caur vienu komponentu – M_{sl} , kurš attēlo studenta sagatavotības līmeni, salīdzināmo ar zināšanu, iemaņu un prasmju līmeni, noteiktu zināšanu modeli. Tādēļ, šajā gadījumā starp diviem modeļiem ir viena veida

saite – R_1 – sekas-cēlonis, jo zināšanu modelis ir mācīšanās mērķis, kas jāsasniedz, līdz ar to tas ir cēlonis (3.24. att.):

$$t_{Msl} = \{M_{sl}, A(R_1(\text{zināšanas, iemaņas un prasmes}))\}$$

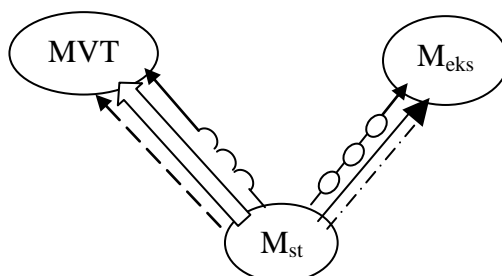


3.23. att. Studenta (psiholoģiskās īpašības) un priekšmeta modeļu komponentu sasaistes



3.24. att. Studenta un zināšanu modeļa sasaistes

Pēc augstāk minēto sastāvdaļu apvienošanas studenta, priekšmeta un zināšanu modeļa sasaistes izskatās, kā parādīts 3.25. attēlā.



3.25. att. Modeļu sasaiste

3.6. Trešās nodaļas secinājumi

Nodaļā ir aplūkoti vairāki modeļi efektīvas datorizētās mācīšanās organizēšanai, kā arī parādīta modeļu sasaiste studenta darbā ar sistēmu. Tādējādi, galvenie rezultāti ir šādi:

1. Izskatīts priekšmeta modeļa veidošanas process, kvalitatīvie un kvantitatīvie raksturlielumi un attēlošanas veidi, kā arī izpētīti atkārtoti lietojamo mācību objektu izstrādes principi un piedāvāta informācijas mācību objekta un uzdevumu mācību objekta struktūra. Piedāvāts priekšmeta modeļa detalizēts attēlošana vieds, kas balstīts uz hiperteksta matemātisko pierakstu.

2. Aprakstīts eksperta (zināšanu) modelis. Programmēšanas inženiera zināšanu modeļa izveidei, balstoties uz Latvijas valsts standarta un zinātnieku darbiem, tika izstrādāta anketa, kas ietver 7 kategorijas un 104 rādītājus. Veikta ekspertu aptauja, kura tika apstrādāta ar Delfi metodi, parādīja, ka kategorijā „Kopīgās prasmes IT nozarē” vissvarīgākais faktors ir lietot teksta un grafikas redaktorus un citas biroja lietojumprogrammas, kategorijā „Profesionālās prasmes un iemaņas” – kodēt un atklūdot programma, kategorijā „Profesionālās psiholoģiskās īpašības” – darba spējas, kategorijā „Sociālie faktori” – ievērot profesionālās ētikas principus, kategorijā „Valodu zināšanas” – C, C++ un Java, kategorijā „Tehnoloģiju un specializētas programmatūras zināšanas” – DBPS (Oracle, DB2, u.c.), kategorijā „Operētājsistēmu zināšanas” – MS Windows.
3. Izpētīti 16 studenta modeļi, tā parametri un attēlošanas veidi, kā arī veikta to salīdzinošā analīze, kas parādīja, ka pašlaik pieejami modeļi neievēro visus faktoros, ietekmējošus mācīšanās procesu. Balstoties uz pētījuma rezultātiem izstrādāts studenta modelis adaptīvai mācīšanai, kas ietver 19 dažādus rādītājus. Modelis ir hierarhisks, to attēlošanai lietoti vektori un grafs.

Pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, var secināt, ka izstrādājot e-mācīšanās kursu, lielāka uzmanība ir jāpievērš mācību vielas un studenta modelim, jo tas ļauj organizēt adaptīvu priekšmeta mācīšanās procesu, kas, savukārt, paaugstina apmācības motivāciju un uzlabo iznākumus. Kā arī jāņem vērā zināšanu modelis, kurš nosaka kursa mācīšanas mērķus.

4. KURSA MĀCĪŠANAS ADAPTĪVĀS METODES

4.1. Kursa mācīšanās pamatprincipi

Mācīšanās procesa efektīvai organizēšanai ir jāņem vērā šādi pedagoģiskie pamatprincipi [181]:

- “sadali un valdi”. Tas nozīmē, ka jauna informācija ir jāpiedāvā samērā nelielos apjomos, lai students “nesabiedētos”. Pēc pētījumiem cik ilgs var būt viens apmācības seanss, tika definēts, ka maksimālais garums, kad cilvēka smadzenes uztver un spēj apstrādāt jaunu informāciju, ir 30 minūtes [162]. Tādējādi, kursam jābūt iedalītam mācību objektos, strukturētam un secīgi izklāstītam, jo tas atvieglo mācību vielas uztveri [150];
- “pārvaldi gaidas”. Kad studenti tikai uzsāk strādāt ar kursu, tad viņiem tas liekas interesants, jo ir kaut kas jauns, pat ja veic kļūdainas darbības un kaut kas izraisa viņiem grūtības. Tomēr pēc kāda laika daudzas lietas var apnīkt, parādās neapmierinājums, it īpaši, ja nesanāk izpildīt uzdevumus laicīgi vai tik labi, kā bija iecerēts, kaut ko nesaprot, bet paskaidrojumu nav. Tādēļ kursa izstrādātājam ir jāņem vērā studenta zināšanu un sagatavotības līmenis, spējas mācīties un citas rakstura īpašības un spējas, lai atvieglotu viņiem kursa mācīšanās;
- “veicini grupas darbību”. Strādājot grupās, studenti var palīdzēt viens otram un sasniegt labākos rezultātus. Bet šajā gadījumā var rasties cita problēma – kāds no studentiem var izvairīties no saviem pienākumiem, paļaujoties uz citiem grupas biedriem, labām attiecībām ar viņiem. Tāpēc grupas darbība jāorganizē tā, lai strādātu visi tās dalībnieki, nevis tikai daži no tiem, piemēram, pieprasot atskaites un atbildes no visiem, kas piedalās kāda projekta izstrādē, kā arī izmantojot modernās tehnoloģijas (video konferences);
- “apbalvo panākumus”. Lai apmācāmajam nepazustu vēlme turpināt izglītoties, panākumi ir jāapbalvo. Pie tam ne tikai lielus sasniegumus, bet tas arī jādara agrā stadijā. Visvienkāršākais veids to realizēt ir likt labas atzīmes ar veicinošiem komentāriem, kā arī piedāvāt kādus atvieglojumus, kas, ņemot vērā mūsdienas apstākļus, kad gandrīz visi studenti ir strādājoši cilvēki un visiem pietrūkst laika, ir ļoti aktuāli.

Tāpat arī jāņem vērā, ka kursa mācīšanas mērķis ir sniegt pēc iespējas pilnīgāku informāciju par kādu noteiktu priekšmetu vai tēmu, kā arī lielākoties nepieciešams, lai

studenti iegūtu praktiskas iemaņas un prasmes. Pie tam atbilstoši augstāk minētajiem pamatprincipiem, svarīgi arī nepārslogot apmācāmo ar lieku informāciju (piemēram, to, ko viņš/-a jau zina vai arī kādai specialitātei tā nav obligāti apgūstama), t.i., jāņem vērā studenta īpašības, kas ietekmē mācīšanās rezultātu. Tādējādi, lai efektīvāk organizētu apmācības procesu, ir jānodrošina kursa (sistēmas) adaptivitāte un adaptējamība.

4.2. Adaptivitātes nodrošināšana

Adaptivitātes īpašība (no vārda “adaptēt” – piemērot, pielāgot; apstrādāt (tekstu), vienkāršojot, pielāgojot to lasītāju zināšanu līmenim [66]) nozīmē, ka sistēma pieskaņosies katram apmācāmajam – kursa mācīšanās procesa norise katram studentam būs individuāla, ņemot vērā viņa/-s sagatavotības līmeni, specialitāti, darbu ar kursu, „uzvedību” un citas psiholoģiskās īpašības, t.i., atkarībā no informācijas, kas tiek glabāta studenta modelī [156].

Pašlaik ir zināmas dažādas adaptivitātes nodrošināšanas metodes [14, 15]:

- mācību vielas secības noteikšana – šī metode nodrošina piemērotāku mācību objektu (MO) secību katram studentam;
- adaptīva informācijas attēlošana – informācija tiek piedāvāta lietotājam, ievērojot viņa pieredzi. Tā studentiem mācību viela tiek piedāvāta atbilstoši atmiņas tipam (audiālais, kinestētiskais, vizuālais), orientācijai (uz sevi, uz sadarbību, uz uzdevumu) un citām rakstura īpašībām, kas ietekmē informācijas uztveri, kā arī tiek noteikts informācijas detalizēšanas līmenis;
- intelektuālā studenta risinājumu analīze – katra studenta atbilde tiek pārbaudīta, lietojot intelektuālās analīzes metodes, kas ļauj pilnīgāk un pie tam atsevišķi novērtēt zināšanu, iemaņu un prasmju līmeni;
- interaktīvs problēmu risinājumu atbalsts – nodrošina „palīdzību” katrā solī problēmas risināšanas laikā. Šī metode ir paredzēta sarežģītu uzdevumu izpildei;
- adaptīvas navigācijas atbalsts – palīdz lietotājam orientēties, pārvietoties „pareizajā” virzienā atbilstoši mērķiem, zināšanu līmenim un citiem faktoriem [15];
- piemēru bāzēta problēmu risināšana – studentam tiek piedāvāti atrisināti piemēri ar paskaidrojumiem, pētot kurus ir jāatpazīst kopējā struktūra un tehnoloģijas, kas tiek lietotas tipisku uzdevumu izpildei [28];
- interaktīvs sadarbības atbalsts – mudina un palīdz studentiem risināt kopīgi kādas uzdotas problēmas, realizēt lielus projektus, kas atbilst vienam no mācīšanās procesa organizēšanas pamatprincipiem – veicini grupas darbību.

Darbs ar sistēmu un mācību kursu, t.i., lietotāja dialogs, tiek organizēts atbilstoši adaptācijas līmeņu īpašībām [167]:

- adaptācija lietotāju klasei – datorizētās mācīšanas sistēmās parasti paredz vairākas klases: students, mācību spēks, mācību vielas autors, administrators, operators (sk. 2. nodaļā);
- adaptācija grupai klases ietvaros – studentu gadījumā iedalījumu grupās var izskatīt pēc dažādiem kritērijiem:
 - ✓ mācību grupas vai kursa;
 - ✓ psiholoģiskajām īpašībām – atmiņas tips, orientācija, utt.;
 - ✓ specialitātes;
 - ✓ pieredzes;
 u.tml.
- adaptācija individuālam lietotājam – tiek realizēta, ņemot vērā katra lietotāja modeli (mācīšanas sistēmās pilnīgākais modelis ir studentam, visām pārējām klasēm tajā glabājas vispārīga informācija – profils, u.c.).

Metožu un modeļu kopas katra adaptācijas līmeņa nodrošināšanai ir parādītas 4.1. tabulā [167].

4.1. tabula

Adaptācijas nodrošināšana datorizētajā sistēmā

Adaptācijas līmenis	Adaptācijas metodes	Izmantojamie modeļi
Lietotāju klase	Adaptīvas navigācijas atbalsts Informācijas reprezentācija Piemēru bāzēta problēmu risināšana	Lietotāju klases modelis Studenta modelis
Grupa klases ietvaros	Mācību vielas secības noteikšana Adaptīva informācijas reprezentācija Adaptīvas navigācijas atbalsts	Mācību vielas modelis Studentu grupas modelis Studenta modelis
Individuāls students	Mācību vielas secības noteikšana Interaktīvs problēmu risinājumu atbalsts Adaptīva informācijas reprezentācija Adaptīvas navigācijas atbalsts Piemēru bāzēta problēmu risināšana	Studenta modelis

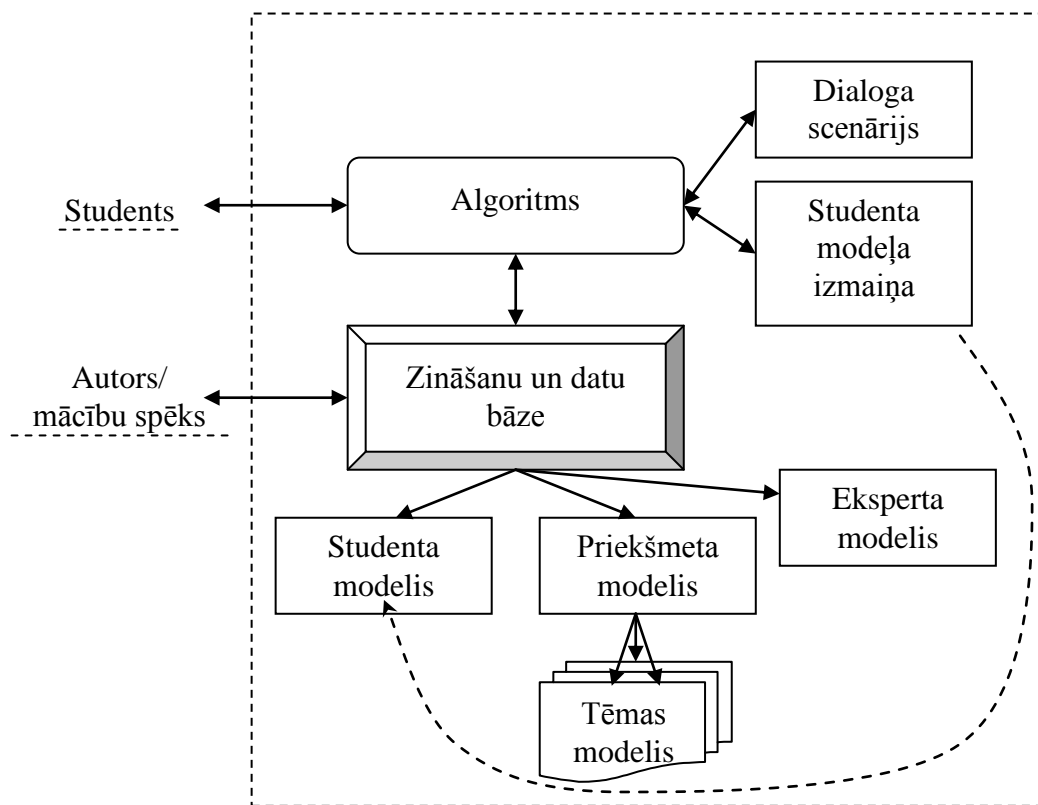
Dialoga scenārija izmantošana ļauj nodrošināt datorizētās mācīšanās sistēmas adaptāciju un adaptējamību. Scenārija veidošanai iespējams izmantot trīs paņēmienus: pilnīgi datorizētā dialoga veidošana, daļēji datorizētā, iepriekš sastādīts dialoga scenārijs.

- I. Pilnīgi datorizētā dialoga veidošana – mācību vielas (MV) autors vai mācībspēks pilnīgi „paļaujas” uz izstrādāto algoritmu, kas nosaka kāda informācija, kādā brīdī un kādā veidā ir jārepresentē konkrētam studentam. Vienīgais, kas ir jāizdara cilvēkam, tas ir jāizstrādā mācību objekti MO (informācijas un uzdevumi), kas paredz ne tikai teksta sagatavošanu, bet arī citu parametru ievadi (3. nodaļa). Kursa mācīšanas algoritms pats izvēlās no MO-u bāzes nepieciešamu informācijas vai uzdevuma objektu atbilstoši strādājoša studenta modelim.
- II. Daļēji datorizētā dialoga veidošana – MV autors/mācībspēks sagatavo priekšmeta (tēmas) mācīšanas karkasu, iekļaujot tajā objektus, kurus viņš/viņa uzskata par svarīgākiem priekšmeta (tēmas) apgūšanai, un kas ir obligāti visiem studentiem. Algoritms nepieciešamības gadījumā papildina scenāriju atbilstoši studenta modelim.
- III. Iepriekš sastādīts dialoga scenārijs. MV autors/mācībspēks sastāda pilnu dialoga scenāriju. Pie tam var būt izveidoti vairāki scenāriji, kas atbilst konkrētai grupai, specialitātei, zināšanu, prasmju un iemaņu līmenim utt. Algoritms atkarībā no parametriem izvēlās noteiktu scenāriju. Šajā gadījumā adaptivitāte tiek nodrošināta otrajā līmenī (lietotāju grupai klases ietvaros), kā arī individuālam studentam, ņemot vērā studenta reprezentatīvo sistēmu, informācijas attēlošanas vai uzdevuma izpildei paredzēto laiku un citas īpašības. Sastādot dialoga scenāriju, ir jāatceras, ka visiem grupas studentiem tiks rādīti vienādi informācijas mācību objekti neatkarīgi no tekošās uztveres (var atšķirties tikai to attēlošanas veids, bet būtība tā pati), toties mācību objekti uzdevumi ir dažādi – dialoga scenārijā tiek norādīta uzdevumu grupa, no kuras atbilstoši zināšanu pārbaudes parametriem tiks izvēlēti konkrēti jautājumi.

Adaptīvas kursa mācīšanās algoritms sastāv no divām daļām (4.1. att.), kas atbalsta visus iepriekš minētos paņēmienus:

- 1) pirmā daļa atbild par dialoga scenārija veidošanu vai izvēli, atkarībā no noteikta paņēmiena, pamatojoties arī uz zināšanu un datu bāzē esošajiem modeļiem (studenta, priekšmeta, tēmu un eksperta);
- 2) otrā – par studenta modeļa izmaiņu atbilstoši viņa darbam ar kursu (apgūtajām zināšanām, iegūtajām iemaņām un prasmēm, patērēto laiku, sekmēm, kā arī citiem modeļa parametriem).

MV autors vai mācībspēks sastāda priekšmeta un tēmu modeļus, nepieciešamības gadījumā izveido dialoga karkasu vai pilnu dialogu, kā arī nosaka priekšmeta mācīšanas mērķus, izveidojot eksperta (zināšanu) modeli (t.i., definē kādas zināšanas un kādā līmenī ir jāapgūst, kādas iemaņas un prasmes jāiegūst). Students būtībā strādā pēc algoritma, kas ietekmē mācīšanās procesa norisi un studenta modeļa modificēšanu [88].



4.1. att. Datorizētās apmācības dialoga komponenti

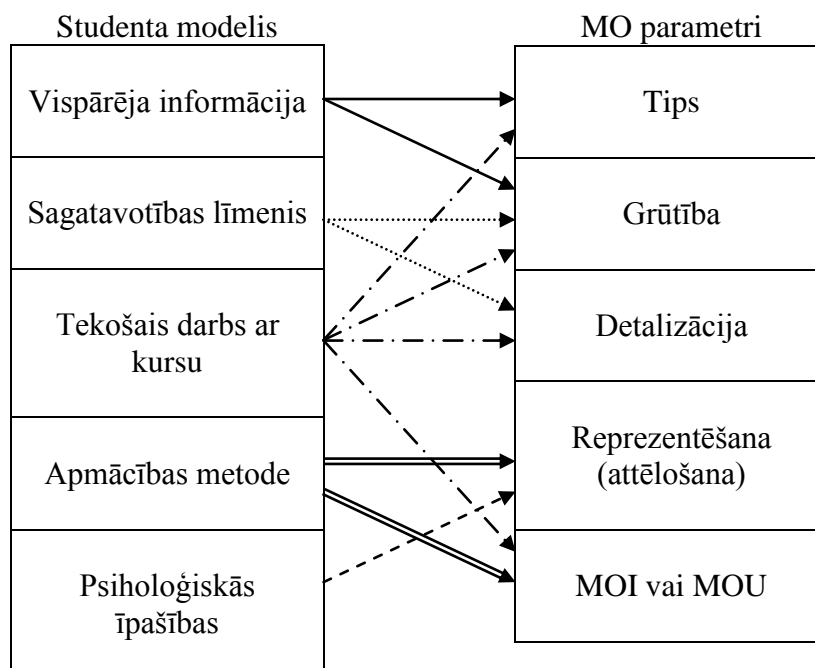
Ņemot vērā piedāvātā studenta modeļa struktūru adaptīvai mācīšanai, konkrētajā solī ir atvieglota MO izvēle noteiktam studentam.

Vispārējā informācija (specialitāte, mācību programma) ietekmē MO tipu (piemērs, struktūra, definīcija, likums), t.i., pirms apmācības sākuma mācībspēks norāda kādā līmenī jēdzienam (jēdzienu kopai) jābūt apgūtam konkrētai specialitātei [153]:

- ✓ iepazīšanās – studentam tiek sniegta vispārēja informācija par jēdzienu (tēmu);
- ✓ reprodukcija – nozīmē, ka students spēj analizēt dažādas darbības un to rezultātu pēc pamatkonceptu apgūšanas;
- ✓ prasmes un iemaņas – parāda, ka students prot lietot iegūtas zināšanas, izpildot noteiktas grupas uzdevumus;
- ✓ transformācija – paredz, ka students ir spējīgs pieņemt lēmumus, izpildot nezināmus uzdevumus, lietojot iegūtas zināšanas.

Paskaidrojumu un komentāru detalizācijas pakāpe, kā arī piemēri ir atkarīgi no kopēja sagatavotības līmeņa un tekošā studenta darba. Lai noteiktu, kas konkrētajā brīdī ir jāattēlo – piemērs vai paskaidrojums, tiek ņemtas vērā psiholoģiskās īpašības (proti, orientācija – uz sevi, uz sadarbību, uz uzdevumu).

Tādējādi, efektīvai adaptivitātes nodrošināšanai jāievēro saites starp studenta modeļa un MO parametriem (4.2. att.).



4.2. att. Studenta modeļa un MO parametru saites

Dialoga veidošanas process ir dināmisks un pilnībā ievēro studenta modeli (visus tā parametrus), bet dažādiem nolūkiem:

- ✓ pilnīgi datorizētā dialoga veidošana – lai noteiktu, kāds kadrs jāizvēlas, kā jāparāda;
- ✓ daļēji datorizētā – nosaka, kā ir jāpapildina esošais scenārijs;
- ✓ iepriekš sastādīts dialoga scenārijs – lai izvēlētos atbilstošo scenāriju no iepriekš sagatavotiem.

Dialoga scenārijs tiek veidots, balstoties uz priekšmeta modeli un ņemot vērā studenta modeli. Visprecīzākais dialoga scenārija attēlošanas paņēmiens ir grafs, kura virsotnes atbilst mācību objektiem (teorētiskā informācija, uzdevumi un jautājumi) un loki – saitēm starp tiem. Iespējamais scenārijs ir parādīts 4.3. attēlā, kur ir sekojošās virsotnes:

- MOI-GALV – galvenais mācību objekts;
- MOI-PIEM – mācību objekts-piemērs;
- MOU₁ – mācību objekts uzdevums ar vidēju sarežģītību;

MOU₂ – mācību objekts uzdevums ar analogisku MOU₁ grūtību;

MOU₃ – mācību objekts uzdevums ar zemu grūtību.

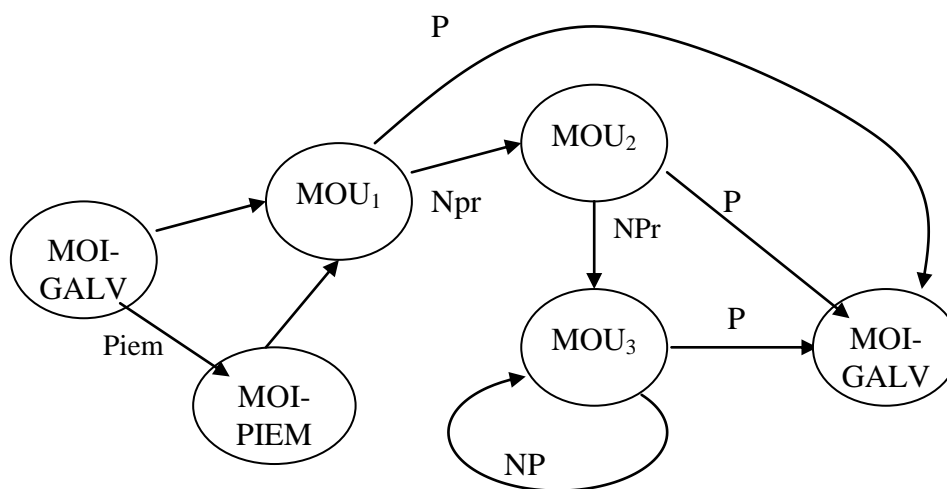
Loku apzīmējumi ir sekojoši:

P – pareiza atbilde;

NP – nepareiza atbilde;

NPr – neprecīza atbilde.

Piem – nepieciešams piemērs.



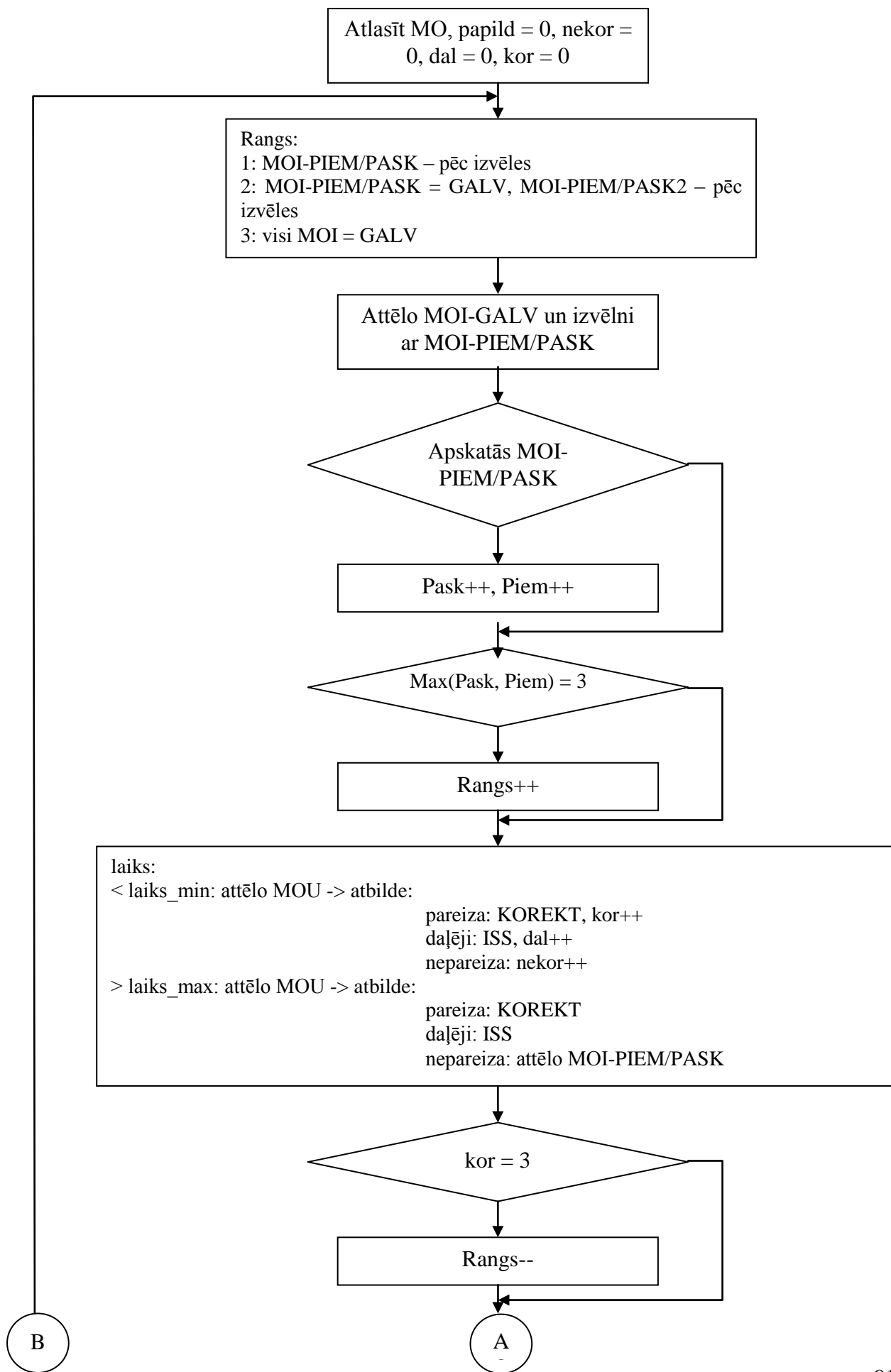
4.3. att. Iespējams dialoga scenārijs

Tādējādi, pateicoties dialoga scenārijam, tiek nodrošināta adaptīva kursa mācīšana (mācību objektu izvades secības kontrole), adaptīvā reprezentācija, adaptīvā komentāru izvide, interaktīva sadarbība un interaktīva uzdevumu risināšana, t.i., ir realizētas vairākas adaptīvas mācīšanas metodes.

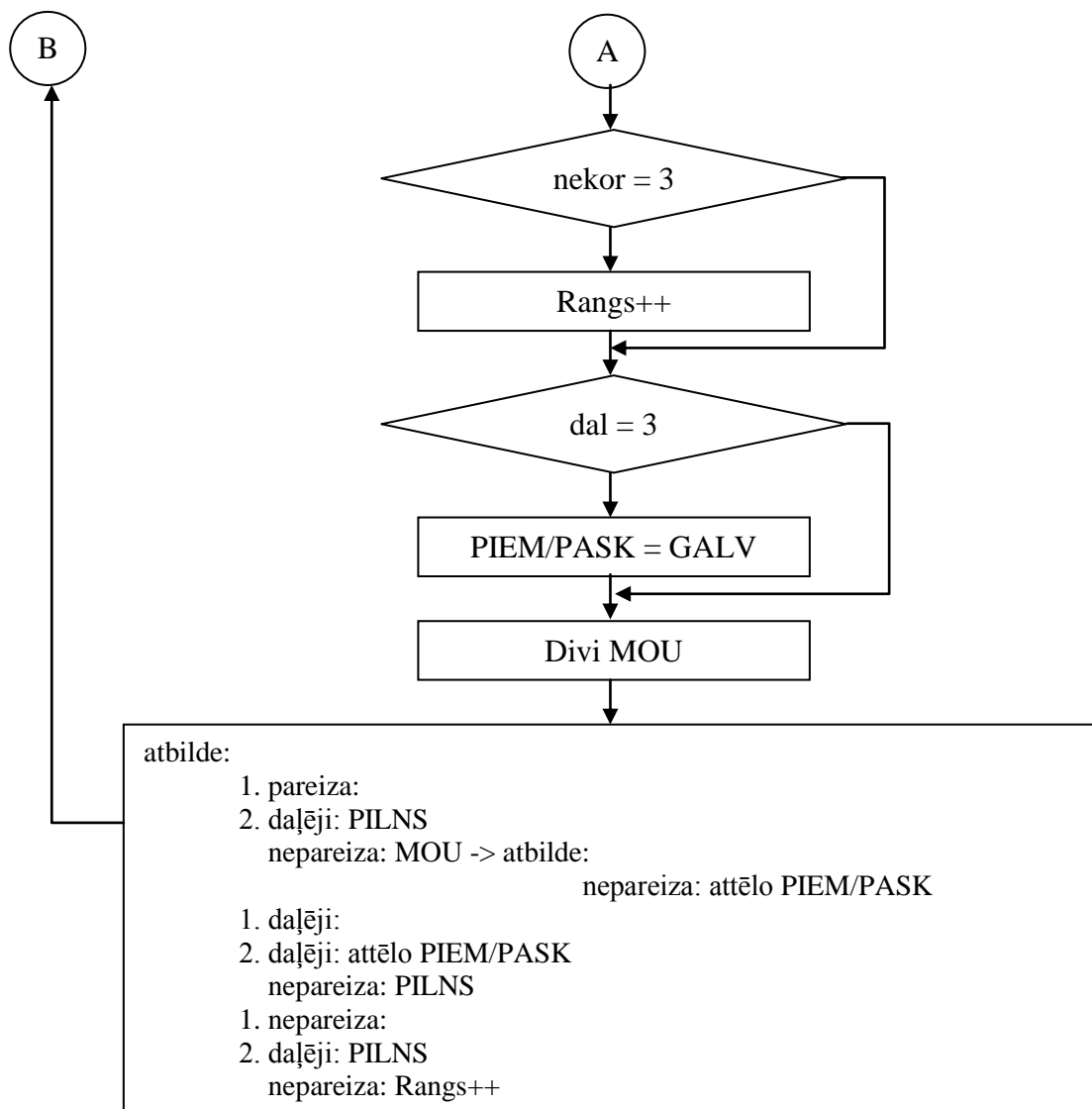
Tā kā priekšmeta modelis tiek attēlots grafa veidā, kura virsotnes ir MO un pie tam, katram no tiem ir sarežģīta struktūra, tad neskatoties uz to, kāds dialoga scenārija izstrādes paņēmiens tiek izmantots, mācīšanas process tiek formēts dināmiski. Tas nozīmē, ka katram studentam ir savs ceļš kā pa priekšmeta modeļa grafu, tā arī katra MO iekšpusē.

Visefektīvākais no dialoga veidošanas paņēmieniem ir daļēji datorizētais, jo mācībaspēks zina, kas ir obligāti nepieciešams veiksmīgai priekšmeta apgūšanai, ko arī norāda kursa mācīšanas karkasā. Kā arī izveido papildus MO, lai palīdzētu tiem studentiem, kam radušas kādas grūtības. Grūtību rāšanos situāciju apstrādā sistēma, reaģējot uz veicamām aktivitātēm.

Tādējādi, turpmāk darbā ir izskatīts tieši šis paņēmiens. Algoritmiski dialoga veidošana izskatās, kā parādīts 4.4. attēlā [21]:



4.4. att. Dialoga veidošana



4.4. attēla turpinājums

1. Galvenie mācību objekti informācija (MOI-GALV) ir obligāti visiem studentiem, ko arī mācībspēks atzīmē dialoga scenārijā;
2. Mācību objekts – paskaidrojums MOI-PASK un mācību objekts – piemērs MOI-PIEM ir fakultatīvi, pēc izvēles studentiem ar Rangu vienādu ar 1 (Ranga vērtības: 1 – augstākais sagatavotības līmenis, 2 – vidējs, 3 – zems), studentiem ar Rangs = 2 pirmā līmeņa MOI-PASK un MOI-PIEM ir obligāti, pārējie – pēc izvēles; studentiem ar Rangs = 3 visi mācību objekti ir obligāti;
3. Ja students trīs reizes pēc kārtas izmanto iespēju apskatīties MOI-PASK un/vai MOI-PIEM, tad viņa rangs palielinās, t.i., pazeminās sagatavotības līmenis;
4. Ja Ātr (laiks, ko students pavada pie tekošā MOI) < laiks_min (kas tiek noteikts, kā viens no MOI parametriem, un nozīmē, cik minimāli ir nepieciešams laiks, lai to

izlasītu), tad nākamajā solī viņam tiek dots viņa līmenim un rangam atbilstošs mācību objekts uzdevums MOU un ja atbilde ir:

- a. pareiza, tad parāda īsu komentāru un nākamo MOU (kor++). Atgriezties uz 4.;
 - b. daļēji pareiza ($\geq 50\%$), tad parāda detalizētu komentāru un nākamo MOU (dal++). Atgriezties uz 4.;
 - c. nepareiza, tad parāda pēdējo MOI (nekor++);
5. Ja laiks > laiks_max (ir maksimālais nepieciešamais laiks, kas tiek atvēlēts uz šo objektu), tad izvada MOU un ja atbilde ir:
- a. pareiza, tad parāda īsu komentāru un nākamo MOU. Atgriezties uz 5.;
 - b. daļēji pareiza ($\geq 50\%$), tad parāda detalizētu komentāru un nākamo MOU. Atgriezties uz 5.;
 - c. gandrīz nepareiza ($< 50\%$) vai nepareiza, tad MOI-PASK vai MOI-PIEM (atkarībā no studenta atmiņas tipa);
6. Ja laiks_min \leq laiks \leq laiks_max, tad atbilstoši dialoga scenārijam – MOI vai MOU. Pēc katra MOI (vai MOI grupas, atkarībā no dialoga scenārija un kursa modeļa) studentam tiek piedāvāti divi dažāda tipa MOU precīzākai apgūšanas līmeņa noteikšanai;
7. Ja students neizmantoja (vai izmantoja mazāk par trim reizēm) iespēju apskatīties MOI-PIEM un/vai MOI-PASK, tad turpmākais darbs notiek, kā parādīts 4.2. tabulā;

4.2. tabula

Soļi pēc 7. nosacījuma

Atbildes		Soļi
pareiza	+	
	pareiza	Nākamais MOI
	daļēji ($\geq 50\%$)	Detalizēts komentārs un nākamais MOI
	nepareiza	Vēl viens MOU: ja pareizi vai daļēji ($\geq 50\%$), tad nākamais MOI, citādi MOI-PASK/PIEM
daļēji ($\geq 50\%$)	+	
	daļēji ($\geq 50\%$)	MOI-PASK/PIEM
	nepareiza	Detalizēts komentārs
nepareiza	+	
	daļēji ($\geq 50\%$)	Detalizēts komentārs
	nepareiza	Palielinās rangs

8. Ja nosacījums 4.b izpildās trīs reizes pēc kārtas, tad MOI-PASK/PIEM kļūst obligāti, vēl pēc trim reizēm palielinās rangs;
9. Ja nosacījums 4.c ir patiens trīs reizes pēc kārtas, tad palielinās rangs;
10. Ja nosacījums 4.a ir patiens trīs reizes pēc kārtas, tad rangs samazinās;
11. Ja izpildās 7. soļa pirmais gadījums (kad visas atbildes ir pareizas), tad rangs tiek samazināts.

Visas darbības ar rangu ir iespējamās intervālā no 1 līdz 3. Tādēļ, ja students jau ir sasniedzis rangu vienādu ar 1, tad tas vairs netiks samazināts, un tādā gadījumā studentam tiek piedāvāta gala zināšanu pārbaude bez jebkādiem MOI. Toties ja šīs pārbaudes rezultāti nebūs apmierinoši, studentam nāksies atgriezties pie MO, kur viņam nav pietiekošs zināšanu, iemaņu un prasmju līmenis. Tāpat arī ir ja students sasniedz rangu vienādu ar 3 – tas vairs netiek mainīts (palielināts), un visi MO kļūst obligāti, kā arī komentāri uz atbildēm tiek rādīti ar augstāko detalizācijas līmeni.

Studenta modelis tiek mainīts pēc katra soļa atbilstoši veiktajām darbībām (tādām, kā iespējas apskatīties papildus paskaidrojumus vai piemērus izmantošana, kā arī pēc sniegtām atbildēm uz MOU). Visvairāk „aktīvie” studenta modeļa komponenti ir tekošais darbs ar kursu un sagatavotības līmenis (kas iekļauj rangu).

Piedāvātā adaptīvas mācīšanas metode ļauj pielāgot katram studentam kursa informāciju (gan teorētisko, gan praktiskos uzdevumus) mācīšanās laikā, t.i., individualizēt apmācības procesu, kas paaugstina tā efektivitāti. Algoritms realizē mācību vielas secības noteikšanas un adaptīvas informācijas attēlošanas metožu apvienojumu [15].

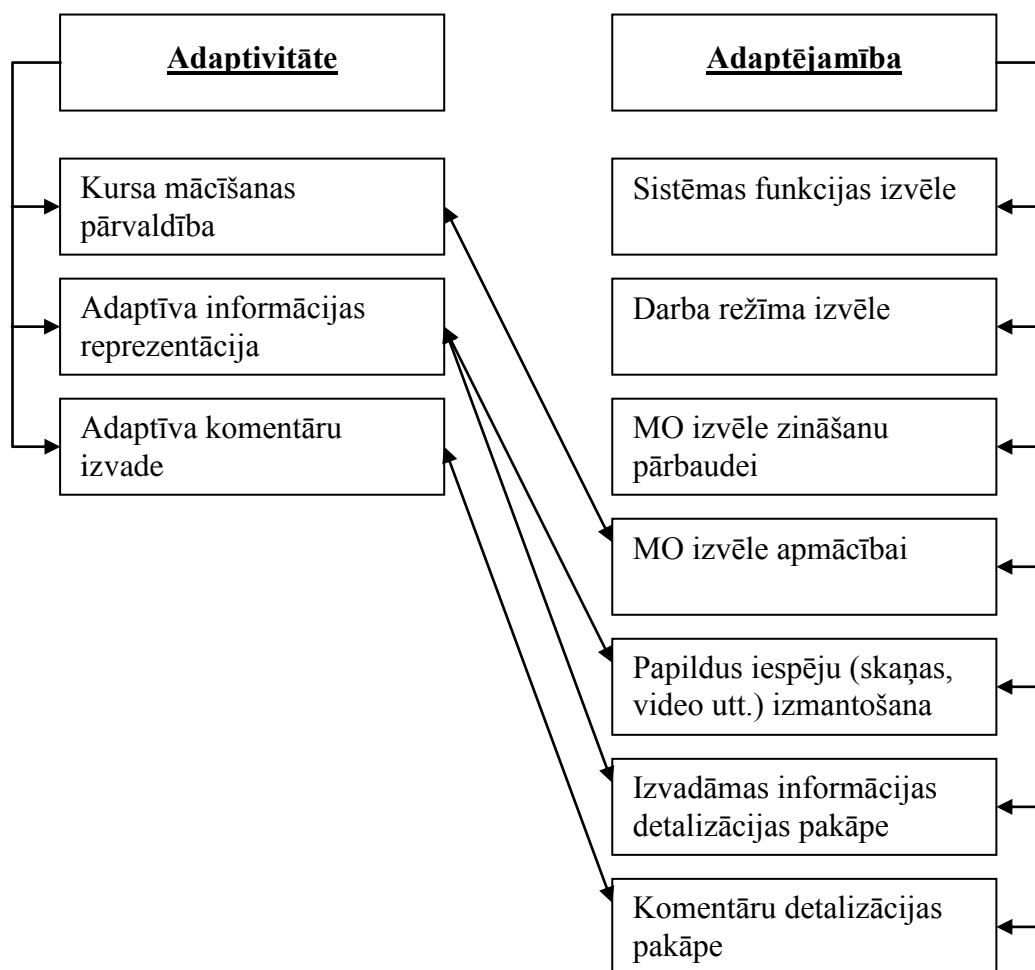
4.3. Adaptējamības nodrošināšana

Sistēmas adaptējamība nozīmē, ka students pats var mainīt dažus sistēmas iestatījumus, piemēram, tādus, kā uzdevumu sarežģītības līmenis, komentāru izvade un komentāru detalizēšanas līmenis u.c.

Salīdzinot adaptivitātes un adaptējamības darbības, var izsecināt, ka to nodrošināšanas laikā var rasties nesaskaņas, t.i., nevar realizēt vienlaicīgi, piemēram, kursa mācīšanas pārvaldību un iespēju izvēlēties objektu apmācībai vai zināšanu pārbaudei (4.5. att.) [164].

Datorizētās mācīšanās sistēmu galvenais mērķis ir organizēt efektīvu un kvalitatīvu kursa apmācību, individualizējot šo procesu. Tādēļ ir lietderīgi pievērst lielāku uzmanību adaptivitātes nodrošināšanai, bet adaptējamības iespējas atļaut izmantot studentiem ar

augstāko sagatavotības līmeni. Adaptējamības realizēšanai studentam tiek dota iespēja mainīt dažādus sistēmas parametrus un izvēlēties savu ceļu pa priekšmeta modeli (dažos posmos).



4.5. att. Adaptivitates un adaptējamības nesaskaņas

Adaptējamība paredz šādas aktivitātes:

- darba režīma izvēle – ja kurss ir paredzēts apgūšanai vairākos režīmos (apmācība, zināšanu pārbaude, vingrinājumi, tikai informācija) un nav stingri noteikts, kurš no tiem ir obligāts;
- tēmas izvēle apgūšanai un/vai zināšanu pārbaudei – kad kurss iekļauj vairākas lielas tēmas un nav noteikta stingra to mācīšanās (izpildes) secība;
- uzdevumu grūtības līmenis – vingrinājumu režīmā ir atļauts visiem, toties zināšanu pārbaudes režīmā var būt kā papildus parametrs tiem, ko norādīja mācībspēks;
- mēģinājumu skaits – tas pats, kā ar uzdevumu grūtību;
- MO izvēle apmācībai – atkarībā no tēmas modeļa augstākā līmeņa/ranga studentiem var tikt piedāvāta iespēja apskatīties paskaidrojumus un/vai piemērus;

- skaņas/video/animācijas/prezentācijas ieslēgšana/atslēgšana – t.i., students izvēlās informācijas reprezentācijas veidu;
- komentāru izvade un detalizēšanas pakāpe – attiecas uz zināšanu pārbaudes un vingrinājumu režīmiem.

4.4. Ceturtās nodaļas secinājumi

Nodaļā ir aprakstītas problēmas, saistītas ar kursa mācīšanās adaptivitātes un adaptējamības nodrošināšanu. Tātad, galvenie rezultāti ir šādi:

1. Izskatīti kursa mācīšanas pamatprincipi, kas paredz sistēmas adaptācijas iespēju studenta vajadzībām, vēlmēm un mērķiem, kā arī viņa rakstura īpašībām.
2. Piedāvāts adaptīvās mācīšanās algoritms, kas ņem vērā studenta modeli iekļauto informāciju – sagatavotības līmeni, tekošo darbu, mācīšanās metodi, utt. Algoritmā implementētas mācību vielas secības noteikšanas un adaptīvas informācijas attēlošanas metodes.
3. Aplūkota adaptējamības īpašība, kas dod studentam iespēju mainīt dažus kursa mācīšanās parametrus – komentāru izvade, uzdevumu grūtība, mēģinājumu skaits, mācību objektu izvēle, informācijas reprezentēšanas veids.

Tas viss palīdz izstrādāt adaptīvus kursus, kas paaugstina mācīšanās efektivitāti.

5. MĀCĪŠANĀS KURSU IZSTRĀDE UN LIETOŠANA

5.1. Adaptīva e-mācīšanās kursa izstrāde

Darba ietvaros tika izstrādāts adaptīvais e-mācīšanās kurss tēmā „Programmatūras implementēšana” (4. piel.), kurš sastāv no divu veidu mācību objektiem (3.2.3. sadaļa): mācību objekts informācija MOI un mācību objekts uzdevums MOU (5.1. tab.).

5.1. tabula

Kursa „Programmatūras implementēšana” mācību objekti

Nr.	Veids	Skaitis
1	<i>MOI</i>	<i>15</i>
	GALV	6
	PIEM	4
	PASK	5
2	<i>MOU</i>	<i>19</i>
	<i>Kopā</i>	<i>34</i>

MOI apraksta kursa jēdzienus, piemērus, utt. Galvenie MOI metadati, kas ir nepieciešami adaptīvai mācīšanai, ir šādi:

- veids (GALV – galvenais MOI, PIEM – piemērs, PASK – detalizēts paskaidrojums). Pēc adaptīvās mācīšanās algoritma (4.2. sadaļa) PIEM un PASK var būt pēc izvēles studentiem vai kā obligātie papildus MOI. Šajā kursā ir tikai trīs līmeņi piemēriem un paskaidrojumiem, tādēļ ja studenta rangs ir 1, tad viņam visi PIEM un PASK ir pēc izvēles, ja rangs ir 2, tad pirmā līmeņa PIEM un PASK ir obligāti un otrā līmeņa pēc izvēles, studentiem ar rangu 3 ir obligāti;
- minimālais laiks, kas ir nepieciešams MOI izlasīšanai;
- maksimālais laiks;
- tips (definīcija, piemērs, struktūra, likums);
- specialitāte.

Savukārt, MOU tiek izmantoti zināšanu pārbaudei mācīšanās laikā, kā arī pēc kursa apgūšanas, t.i., robežas un noslēguma kontrolei [100]. MOU metadati ir šādi:

- tips (izvēlne, vārds, skaitlis) [144];
- nozīmība;
- grūtība;
- laiks (ja laiks ir 0, tad MOU izpildei nav laika ierobežojumu);

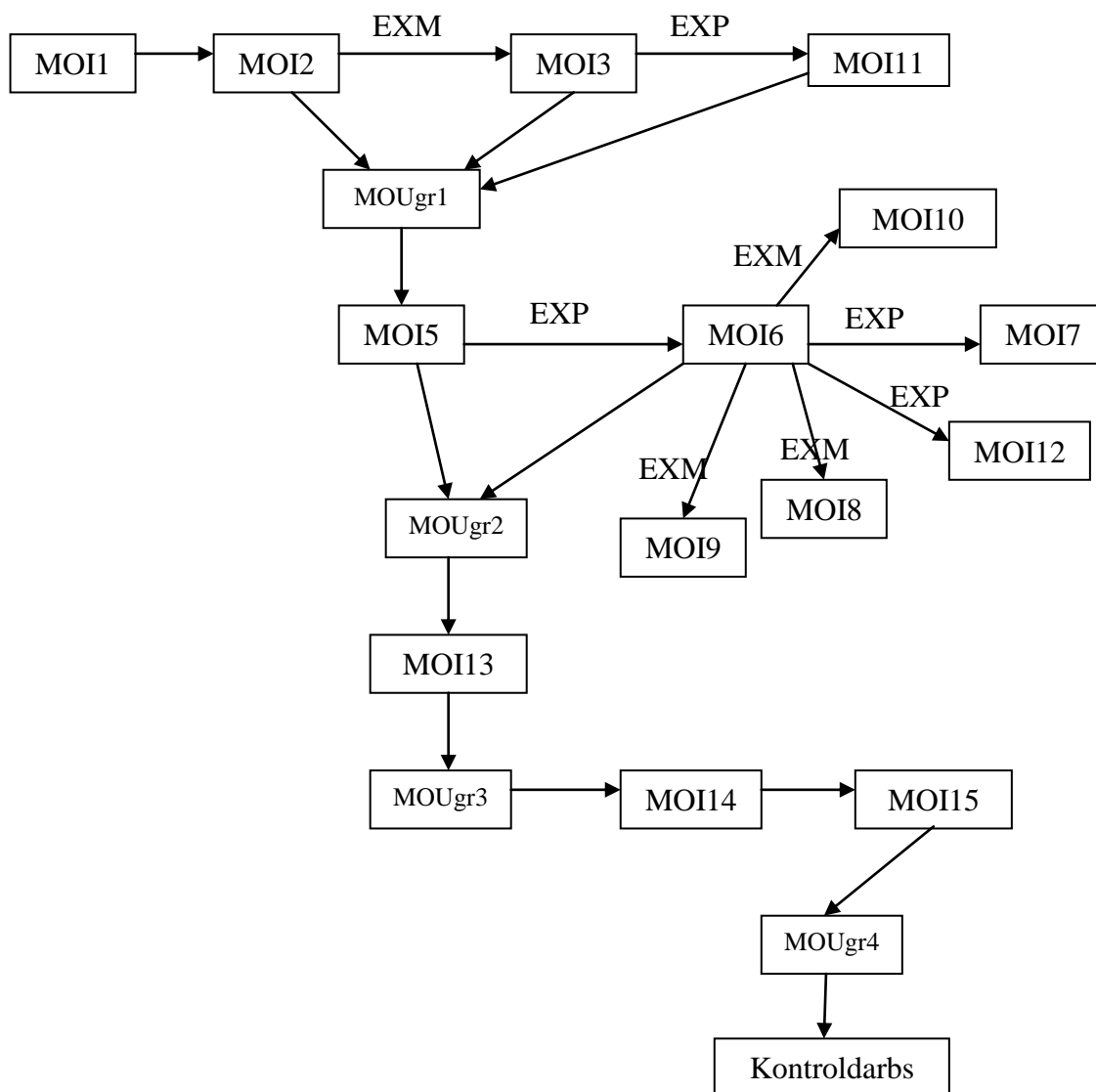
- mēģinājumu skaits (ja MOU var būt izmantots vingrinājumu režīmā, tad jānorāda konkrēts skaits, zināšanu pārbaudei skaits ir 1);

- lietošanas režīms (zināšanu kontrole un/vai vingrinājumu);

- nolūks (kas tiek vērtēts – zināšanas vai iemaņas un prasmes).

Katram MOU ir norādītas pareizās atbildes un izvēlnes atbilžu varianti, kas arī var būt uzskatīti par mācību objektiem, kā arī katrai atbildei un MOU ir pievienots komentārs. Atbildes un komentāri ir paredzēti konkrētiem jautājumiem, līdz ar to nevar būt lietoti atsevišķi, toties MOI un MOU ir atkārtoti lietojamie un var būt iekļauti arī citosursos.

Kursa mācīšanai izmantota daļēji datorizētā dialoga veidošana, t.i., scenārijā tika iekļauti visi MOI, bet MOU objektiem norādītas grupas (MOUgr), no kurām gadījuma secībā tiek ņemti jautājumi/uzdevumi (5.1. att.).



5.1. att. Dialoga scenārijs kursam „Programmatūras implementēšana”

5.2. Datorizētās mācīšanās sistēma e-kursu izvietošanai

RTU Programmatūras izstrādes profesora grupā tikai izstrādāta datorizētās mācīšanās sistēma (das.lv), kas nodrošina e-kursu iekļaušanu mācību procesā. Šai sistēmā ir vairākas lietotāju klases: administrators, mācībspēks, students, operators, katrai no kurām ir savas funkcionālās iespējas (2.2.3. sadaļa).

Galvenais nolūks šai sistēmai ir nodrošināt tajā izvietot kursu adaptīvu mācīšanu, līdz ar to tajā ir iekļauti šādi pamatreģistri:

- User – pamata informācija par studentu, t.i., studenta (kā arī administratora, operatora un mācībspēka) profils darbam ar sistēmu kopumā (5.2. tab.);
- Stud_mvi – vispārējā informācija par studentu (studenta modeļa pirmais komponents – 3.5. sadaļa), kas palīdz noteikt mācību objektus atbilstoši specialitātei. Reģistra saturs ir parādīts 5.3. tabulā;
- Stud_mam – mācīšanas metode un/vai stratēģija (studenta modeļa otrais komponents, 5.4. tab.) nosaka mācību objektu iesniegšanas veidu;
- Stud_msl – studenta sagatavotības līmenis (studenta modeļa trešais komponents, 5.5. tab.), kas parāda studenta zināšanas un iemaņu/prasmju līmeni;
- Stud_mpi – studenta psiholoģiskās īpašības (studenta modeļa ceturtais komponents, 5.6. tab.) palīdz noteikt mācību objektu formātus;
- Stud_md – studenta tekošais darbs ar kursu (studenta modeļa piektais komponents, 5.7. tab.), kas parāda, ko un kādā līmenī students jau ir apguvis;
- Stud_mpap – papildus parametri, kas ir nepieciešami, lai nodrošinātu efektīvāko studenta darbu ar kursu (studenta modeļa sestais komponents, 5.8. tab.);
- Group – informācija par studentu grupām (5.9. tab.);
- Subject – priekšmetu reģistrs (5.10. tab.);
- Topic – tēmu (priekšmeta ietvaros) reģistrs (5.11. tab.);
- MOI – mācību objektu informācijas reģistrs (5.12. tab.);
- Answer – atbilžu uz jautājumiem/uzdevumiem reģistrs (5.13. tab.);
- MOU – mācību objektu uzdevumu reģistrs (5.14. tab.);
- Comment – komentāru reģistrs (uz jautājumiem un atbildēm, 5.15. tab.);
- Dialogue – dialoga scenārijs (5.16. tab.);
- Marks – iespējamās pareizo atbilžu kombinācijas ar vērtējumiem (5.17. tab.);
- Control – kontroldarbu reģistrs (5.18. tab.) [91].

5.2. tabula

Reģistrs „Stud”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Ieraksta kārtas numurs
2.	name	varchar	Studenta vārds
3.	surname	varchar	Studenta uzvārds
4.	group_id	Int	Grupā numurs
5.	login	varchar	Lietotājvārds
6.	password	varchar	Parole
7.	class	enum = {admin, operator, student, tutor}	Lietotāja klase: administrators, operators, students, mācībspēks

5.3. tabula

Reģistrs „Stud_mvi”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	stud_id	Int	Studenta identifikators
2.	sp	enum = {bachelour, college, prof_master, acad_master}	Mācību programma: bakalaura, koledža, profesionālais maģistrs, akadēmiskais maģistrs
3.	fac	enum = {DITF, TMF, ...}	Fakultāte: Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas, Transporta un mašīnzinību fakultāte, utt.
4.	spec	enum = {program, engin, analyst, ...}	Specialitāte: programmētājs, programmēšanas inženieris, sistēmas analītiķis, utt.
5.	exp	int (1 ÷ 5)	Pieredze darbā ar datorizētajām sistēmām

5.4. tabula

Reģistrs „Stud_mam”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	stud_id	Int	Studenta identifikators
2.	mam	enum = {task, control, info, seminar, video, podcast, ...}	Apmācības metode (3.5. sadaļa)
3.	strat	enum = {behav, cognit, constr}	Apmācības stratēģija (3.5. sadaļa)

5.5. tabula

Reģistrs „Stud_msl”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	stud_id	Int	Studenta identifikators
2.	know	Int	Zināšanu līmenis
3.	skills	Int	Iemaņu un prasmju līmenis
4.	rang	Int	Rangs

5.6. tabula

Reģistrs „Stud_mpi”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	stud_id	Int	Student identifikators
2.	percep	enum = {audio, video, kinest}	Uztveres tips: audiāls, vizuāls, kinestētiskis
3.	orient	enum = {self, collab, task}	Orientācija: uz sevi, uz sadarbību, uz uzdevumu
4.	style	enum = {active, theory, pragma, thinker}	Mācīšanās veids: aktīvists, teorētiskis, pragmatiskis, domātājs

5.7. tabula

Reģistrs „Stud_md”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	stud_id	Int	Studenta identifikators
2.	mo_id	Int	Mācību objekta identifikators (attiecās gan uz MOI, gan uz MOU, t.i., tiek ierakstīta MOI_id vai MOU_id)
3.	repeat	Int	Atkārtojumu skaits (ja bija MOI)
4.	speed	Int	Pavadītais laiks
5.	mist	Int	Kļūdu skaits (ja bija MOU)
6.	try	Int	Mēģinājumu skaits (ja bija MOU)
7.	mark	int (4 ÷ 10)	Atzīme (ja bija MOU)

5.8. tabula

Reģistrs „Stud_mpap”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	stud_id	Int	Studenta identifikators
2.	session	datetime	Darba sesijas datums un laiks
3.	explain	Int	Paskaidrojumu izmantošanas skaits
4.	example	Int	Piemēru izmantošanas skaits
5.	search	Int	Meklēšana ārpus sistēmas

5.9. tabula

Reģistrs „Group”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Grupas identifikators
2.	name	varchar	Nosaukums (šifrs)
3.	year	Int	Gads

5.10. tabula

Reģistrs „Subject”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	varchar	Priekšmeta šifrs
2.	name	varchar	Nosaukums
3.	author_id	Int	Priekšmeta veidotājs
4.	date	datetime	Veidošanas datums

5.11. tabula

Reģistrs „Topic”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Tēmas identifikators
2.	subject_id	varchar	Priekšmeta šifrs
3.	name	varchar	Tēmas nosaukums
4.	author_id	Int	Tēmas veidotājs
5.	date	datetime	Izveides datums

5.12. tabula

Reģistrs „MOI”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Identifikators
2.	topic_id	Int	Tēmas identifikators
3.	kind	enum = {main, exm, exp}	Veids: galvenais, piemērs, paskaidrojums
4.	moi_main_id	Int	Galvenā MOI identifikators (ja bija norādīts atšķirīgs no galvenā veids)
5.	time_min	Int	Mīnīmālais laiks
6.	time_max	Int	Maksimālais laiks
7.	type	enum = {definition, example, structure, rule}	Tips: definīcija, piemērs, struktūra, likums
8.	spec	varchar	Specialitāte, kurai ir paredzēts MOI
9.	sp	varchar	Mācību programma, kurai ir paredzēts MOI
10.	fac	varchar	Fakultāte, kurai ir paredzēts MOI
11.	text	varchar	MOI saturs
12.	format	enum = {text, picture, ppt, video, audio, etc}	MOI satura formāts: teksts, bilde, prezentācija, video, audio, utt.
13.	link	varchar	Hipersaite, ja nepieciešams
14.	exp	varchar	Pieredzes līmenis/-ņi, kuram/-iem ir paredzēts MOI

5.13. tabula

Reģistrs „Answer”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Identifikators
2.	mou_id	Int	MOU identifikators
3.	text	varchar	Atbildes saturs
4.	format	enum	Satura formāts (tāpat, kā MOI)
5.	link	varchar	Hipersaite
6.	correctness	Int	Pareizība (%)
7.	mark	Int	Atzīme

Reģistrs „MOU”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Identifikators
2.	topic_id	Int	Tēmas identifikators
3.	moi_id	Int	MOI identifikators
4.	kind	enum = {general, particular}	Veids: vispārējs, konkrēts
5.	mou_gen_id	Int	MOU identifikators (ja bija norādīts veids „konkrēts”)
6.	type	enum = {multiple1, multipleN, word, formula, sentence, accordance, etc.}	Jautājuma tips: daudzkāršā izvēle [jāizvēlas 1 atbilde], daudzkāršā izvēle [jāizvēlas vairākas atbildes], vārds, formula, teikums, atbilstība, utt.
7.	sign	int (1 – 5)	Nozīmība konkrētai specialitātei
8.	diffic	int (1 – 5)	Grūtības līmenis
9.	time	Int	Laiks
10.	meg_skaits	Int	Mēģinājumus skaits
11.	mode	enum = {control, training}	Režīms: zināšanu pārbaude (kontroldarbs, ko nozīmēja mācībspēks), paškontrolē
12.	goal	enum = {knowledge, skills}	Mērķis: zināšanu pārbaude, iemaņu un/vai prasmju pārbaude
13.	text	varchar	Saturs
14.	format	Enum	Formāts (tāpat, kā MOI)
15.	link	varchar	Hipersaite (ja nepieciešams)
16.	sp	varchar	Mācību programma, kurai ir paredzēts MOU
17.	fac	varchar	Fakultāte, kurai ir paredzēts MOU
18.	spec	varchar	Specialitāte, kurai ir paredzēts MOU
19.	exp	varchar	Pieredzes līmenis/-ņi, kuram/-iem ir paredzēts MOU

5.15. tabula

Reģistrs „Comment”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Identifikators
2.	mou_id	Int	MOU identifikators (ja komentārs visam jautājumam)
3.	answer_id	Int	Atbildes identifikators (ja komentārs atsevišķai atbildei)
4.	text	varchar	Saturs
5.	format	varchar	Formāts (tāpat, kā MOI)
6.	link	varchar	Hipersaite (ja nepieciešams)

5.16. tabula

Reģistrs „Dialogue”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Identifikators
2.	mo_id	Int	Mācību objekta identifikators (var būt MOI vai MOU)
3.	mo_next_id	Int	Nākamā MO identifikators (var būt MOI vai MOU)
4.	sp	varchar	Mācību programma, kurai tiek veidots scenārijs
5.	spec	varchar	Specialitāte, kurai tiek veidots scenārijs
6.	fac	varchar	Fakultāte, kurai tiek veidots scenārijs
7.	for	varchar	Grupa(-s), students(-i), kam ir paredzēts scenārijs

5.17. tabula

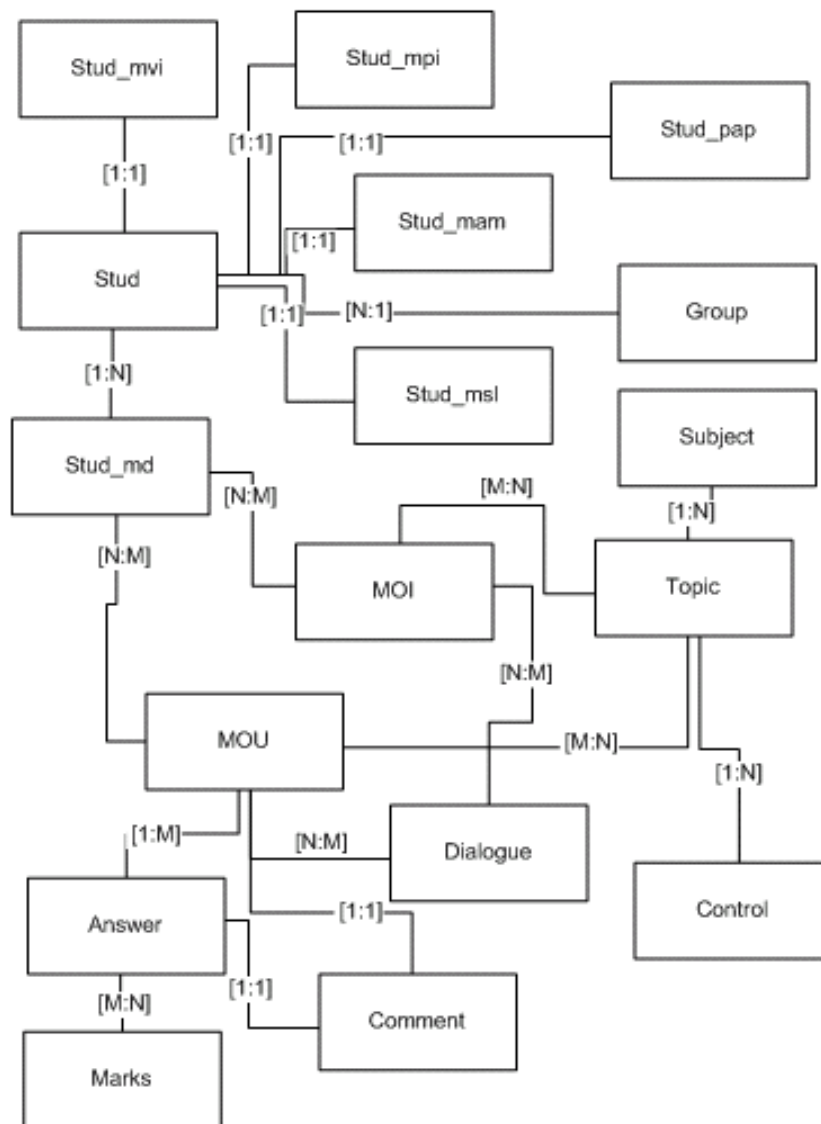
Reģistrs „Marks”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Identifikators
2.	answer	Varchar	Atbilžu varianti (to kopā)
3.	mark	Int	Atzīme par konkrētu atbilžu variantu

Reģistrs „Control”

N.p.k.	Nosaukums	Tips	Paskaidrojums
1.	id	Int	Identifikators
2.	sp	Varchar	Mācību programma, kurai tiek veidots kontroldarbs
3.	spec	Varchar	Specialitāte, kurai tiek veidots kontroldarbs
4.	fac	Varchar	Fakultāte, kurai tiek veidots kontroldarbs
5.	time	Int	Laiks (uz visu kontroldarbu)
6.	type	enum = {prelim, border, final}	Tips: sākuma, robežpārbaude, beigu
7.	kind	enum = {random, dific_counts}	Veids (kā notiek komplektācija ar jautājumiem): nejaušā secībā, nosakot katras grūtību grupas skaitu
8.	mode	Enum	Režīms: kontroldarbs, paškontrolē
9.	topic_id	Int	Tēmas identifikators (ja kontroldarbs paredzēts pa vienu tēmu)
10.	subject_id	Varchar	Priekšmeta identifikators (ja kontroldarbs paredzēts pa visu priekšmetu)
11.	diff1	Int	Visvienkāršāko jautājumu skaits
12.	diff2	Int	Vienkāršo jautājumu skaits
13.	diff3	Int	Vidējās grūtības jautājumu skaits
14.	diff4	Int	Grūto jautājumu skaits
15.	diff5	Int	Visgrūtāko jautājumu skaits

Augstāk minētie reģistri nodrošina mācīšanas pielāgošanu katram studentam individuāli, jo tiek ievēroti vairāki faktori. Reģistru saites ir parādītas 5.2. attēlā.



5.2. att. DAS sistēmas reģistru saites

5.3. E-mācīšanās kursu lietošana mācību procesā

Eksistē vairākas pedagoģiskās stratēģijas e-mācīšanās kursu iekļaušanai mācību procesā [146]:

- pašapmācība – studenti patstāvīgi apgūst priekšmetu ārpus nodarbībām – gan teorētisko informāciju, gan arī izpilda praktiskos uzdevumus;
- e-kursi kā apmācības daļa – šajā gadījumā tiek izmantoti dažādi paņēmieni to iekļaušanai: atsevišķu tēmu patstāvīga apgūšana (pirms darba sākuma studentiem tiek

lasīta ievadlekcija); iemaņu un prasmju uzlabošana vingrinājumu izpildes laikā; beigu vai iepriekšējā zināšanu pārbaude studenta sagatavotības līmeņa noteikšanai;

- e-kursi kā izvēles papildus rīks – studentiem tiek dota iespēja uzlabot savas zināšanas, iemaņas un prasmes, izmantojot visus pieejamus režīmus, ko atbalsta noteiktais kurss.

Aprakstītas stratēģijas veiksmīgi tiek izmantotas priekšmeta „Programmatūras inženierija” pasniegšanai. Sākumā (kopš 2004. gada) tika lietota trešā stratēģija, t.i., studenti varēja patvaļīgi izmantot piedāvātos e-kursus paškontrolei un vingrinājumiem, taču 2008. gadā mācību procesā tika iekļauti jauni kursi, kas ir paredzēti pašapmācībai. Tādējādi, šī priekšmeta mācīšanai tiek izmantotas divas stratēģijas no iepriekš minētajām – DMK kā apmācības daļa un kā papildus izvēles rīks.

Pašlaik datorizētās mācīšanās sistēmā ir iekļauti septiņi kursi (5.19. tab.), kas paredzēti studiju programmas „Datorsistēmas” apmācāmajiem. Pirmos četrus lieto otrā kursa koledžas un trešā kursa bakalaurantūras studentiem, pārējie – pirmā kursa maģistrantiem.

E-mācīšanas kursi satur dažāda veida mācību objektus (MO) un atbalsta vairākus režīmus [146]:

1. Pirmais kurss („Programmatūras dzīves cikls (pamati)”) iekļauj izvēlnes tipa jautājumus (jāizvēlas viena vai vairākas atbildes no piedāvātajiem variantiem) un pareizības komentārus katrai atbildei (pareizi/nepareizi). Tas ir paredzēts zināšanu pārbaudei.
2. Otrais („Programmatūras izstrādes modeļi”), trešais („Programmatūras implementēšana”) un ceturtais („Funkcionālās un nefunkcionālās prasības”) kursi satur gan informācijas MO – MOI (to skaits norādīts iekavās), gan dažāda tipa uzdevumu un jautājumu MO – MOU. Visos šajosursos ir nodrošināti trīs līmeņu grūtības uzdevumi, kā arī paskaidrojošie komentāri katrai atbildei un kopējais komentārs jautājumam. Realizēti apmācības, vingrinājumu un zināšanu pārbaudes režīmi.
3. Piektais („Programmatūras dzīves cikls”), sestais („Programmatūras izmaksu novērtēšana”) un septītais („Programmatūras metrikas”) ir zināšanu pārbaudei un vingrinājumiem paredzētie kursi ar apmācības elementiem [150].

Pirmo piecu e-kursu galvenais nolūks ir konkrētu tēmu apgūšana, kā arī iemaņu un prasmju iegūšana, savukārt, pēdējie divi ir paredzēti iemaņu un prasmju uzlabošanai.

E-mācīšanās kursi

Nr.	Nosaukums	MO skaits	Izmanto no	Režīmi
1.	Programmatūras dzīves cikls (pamati)	13	2006	Zināšanu pārbaude
2.	Programmatūras izstrādes modeļi	54 (20)	2005	Apmācība, vingrinājumi un zināšanu pārbaude
3.	Programmatūras implementēšana	34 (19)	2009	Apmācība, vingrinājumi un zināšanu pārbaude
4.	Funkcionālās un nefunkcionālās prasības	27 (3)	2008	Apmācība, vingrinājumi un zināšanu pārbaude
5.	Programmatūras dzīves cikls	19	2004	Zināšanu pārbaude
6.	Programmatūras izmaksu novērtēšana	29	2007	Zināšanu pārbaude un vingrinājumi
7.	Programmatūras metrikas	30	2005	Zināšanu pārbaude un vingrinājumi

5.4. Kursu lietošanas efektivitātes novērtēšana

5.4.1. Kurša efektivitātes lietošanas novērtēšanas metodes

Mūsdienās zinātnieki, kas nodarbojas ar datorizētās mācīšanās sistēmu izveides problēmām, pievērš lielāku uzmanību to kvalitātei, kas ietekmē tās lietošanas rezultātu un efektivitāti. Efektivitāte ir „tas, cik viegli, ātri vai lēti ar attiecīgo līdzekli, metodi vai rīcības veidu sasniedzams noteikts rezultāts” [84]. Savukārt, mācīšanās kurša rezultāts ir apgūtas zināšanas un iegūtas prasmes un iemaņas, kas parasti tiek novērtētas ar kādu atzīmi (vai punktu skaitu). Tādējādi, efektivitāte parāda vai kurša lietošana atvieglo mācīšanās procesu studentiem, t.i., vai tas neizraisa papildus problēmas mācību vielas apgūšanā, vai tiešām uzlabojas atzīmes u.tml.

Datorizētās mācīšanās sistēmas lietošanas efektivitātes novērtēšanai varbūt izmantotas vairākas metodes:

- studentu aptaujas [31, 38, 45, 88, 97, 107, 125, 152];

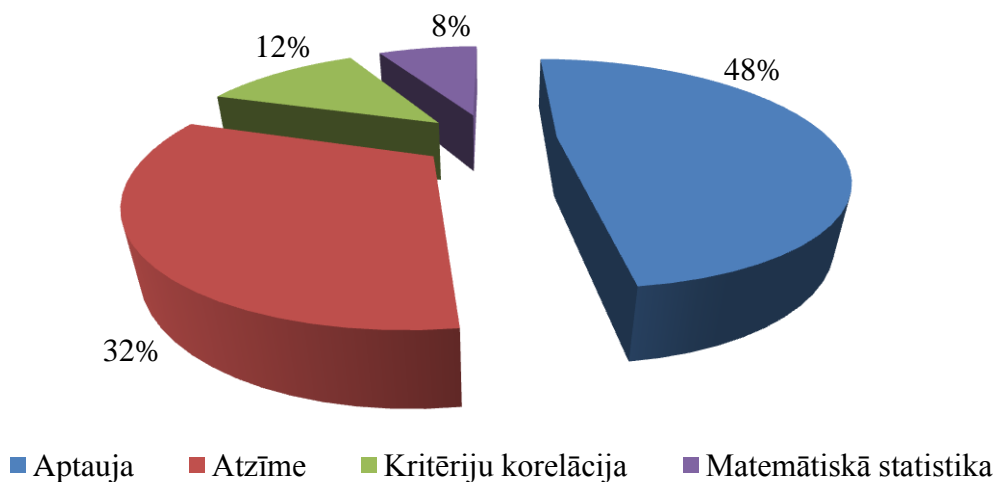
- atzīmju noteikšana pēc kursa apgūšanas [2, 46, 48, 93, 126];
- matemātiskās statistikas metodes [41, 146];
- dažādu kritēriju noteikšana pēc kursa apgūšanas (cik reizes bija jāizmanto kurss, lai iegūtu pozitīvu atzīmi, cik laika bija patērēts u.tml.) [57, 87, 151].

Visbiežāk izmanto studentu aptaujas, kuras pēc būtības nosaka studentu apmierinātību ar kursu, kas arī ietekmē mācību procesa rezultātu. Ievērojot aptauju atbildes, var noteikt, kur studentiem rodas grūtības darbā ar kursu un kāpēc. Tāda anketēšana palīdz uzlabot gan visu sistēmu kopumā (no lietotāja skatupunkta), gan pašu kursu vizuāli un saturiski, kas, savukārt, paaugstina efektivitāti. Toties šī metode neparāda pilnībā visas priekšrocības un trūkumus, studenti izsaka savus subjektīvus viedokļus par to, cik ērti lietot sistēmu. Pie tam bieži vien studenti nav īpaši ieinteresēti šādās aptaujās un ne vienmēr apsver savas atbildes, ja vispār tajā piedalās.

Ņemot vērā atzīmju un citu kritēriju (kursa izmantošanas biežums; patērētais laiks mācību vielas apguvei; seansu skaits darbā ar kursu līdz ir iegūta pozitīva atzīme u.tml.) korelācijas ir iespējams noteikt kursa lietošanas efektivitāti. Šajā gadījumā novērtēšana ir objektīva, kas ļauj precīzāk noteikt kādās tēmās kas ir jāmaina, jāpapildina vai jāsaīsina, jāattēlo savādāk informācija, t.i., nosaka paša kursa trūkumus un priekšrocības.

Visprecīzākās metodes kursa efektivitātes novērtēšanai ir matemātiskās statistikas metodes, jo tās ļauj objektīvi un precīzi noteikt rezultātus, ievērojot dažādus faktorus līdzīgi iepriekšējai metodei, bet šajā gadījumā tiek ņemti vērā arī studentu iepriekš iegūtie rezultāti, viņu sagatavotības līmenis, kas nodrošina iespēju noteikt vai ir progress.

Datorizētās mācīšanās kursu lietošanas efektivitātes novērtēšanas metožu lietošanas biežums ir parādīts 5.3. attēlā.



5.3. att. Efektivitātes novērtēšanas metožu lietošanas biežums

Nemot vērā iegūtos rezultātus, datorizētās mācīšanās kursu lietošanas efektivitātes novērtēšanai tika izmantotas matemātiskās statistikas metodes, ievērojot Stjudenta t-kritēriju un Laplasa funkciju.

5.4.2. E-kursu efektivitātes novērtēšanas rezultāti

Datorizētās mācīšanās kursu, kas ir aprakstīti 5.2. sadaļā, lietošanas efektivitātes novērtēšanai, tika veikts eksperiments.

Eksperimenta mērķis – priekšmeta „Programmatūras inženierija” mācīšanās efektivitātes pētīšana, iekļaujot mācību procesā datorizētās mācīšanās kursus (DMK). Salīdzinošā eksperimenta novadīšanas laikā dabīgajos apstākļos tika pārbaudīta zinātniskā hipotēze: DMK lietošana paaugstina mācību procesa efektivitāti, studentu motivāciju un samazina apmācības laiku (pateicoties ārpus nodarbību darbam) salīdzinājumā ar tikai tradicionālo formu.

Eksperimenta nosacījumi.

Eksperiments tika veikts no 2004. līdz 2008. gadam 28 studentu grupās, kas mācījās (mācās) studiju programmā „Datorsistēmas”. Tajā piedalījās 373 studenti – 3. kursa bakalaurantūras un 1. kursa maģistrantūras. Kursu iekļaušanai mācību procesā tika izmantotas divas stratēģijas:

- kā izvēles papildus rīks. Studenti pēc savas izvēles varēja strādāt ar kursiem. Šo iespēju kopsummā izmantoja aptuveni 54% studentu;
- kā apmācības daļa (pamatrīks) – konkrētas tēmas ir jāapgūst, patstāvīgi strādājot ar e-kursu. Toties arī šajā gadījumā studentiem bija brīvā tēmas apguvei: darboties ar DMK vai grāmatas. E-kursus izmantoja jau 72% studentu.

Priekšmeta „Programmatūras inženierija” (kas ir iedalīts divās daļās: Programmatūras izstrādes tehnoloģija – bakalaurantūras 3. kursa studentiem, Programmatūras metroloģija un plānošana – maģistrantūras 1. kursa studentiem) apgūšanas laikā studentiem ir jāizpilda septiņi vienādas grūtības praktiskie uzdevumi, no tiem seši laboratorijas darbi un viens studiju darbs iemaņu un prasmju formēšanai, kā arī mācīšanās beigās ir paredzēts eksāmens zināšanu un prasmju pārbaudei.

Tādējādi, pielīdzinošie eksperimenta nosacījumi ir šādi: priekšmeta programma; kontroldarbi, laboratorijas darbi, studiju darbs un eksāmens; kontroldarbu novadīšanas laiks; nodarbību dienas un pasniedzējs. Savukārt, mainīgie nosacījumi ir studentu sastāvs (saraksts) un priekšmeta mācīšanas metode (ar adaptīvu DMK vai bez).

Eksperimenta metodika.

Viens no pamata kritērijiem, pēc kura var to noteikt, ir atzīme. Pie tam jāņem vērā gan eksāmena atzīme, kas parāda priekšmeta apgūšanu (zināšanu par tēmu iegūšana), tā arī atzīmes par praktiskajiem darbiem, kas ir jāpilda visa kursa mācīšanās laikā un kas attēlo iegūtas iemaņas un prasmes. Tādēļ efektivitātes novērtēšanai tika izvēlēti šādi kritēriji:

- 1) eksāmena atzīme;
- 2) praktisko darbu vidēja atzīme.

Efektivitātes novērtēšanai var būt arī lietoti citi faktori:

- darbu izpildes laiks;
- darbu izstrādei izmantotas iterācijas (skaits);
- praktisko darbu starprezultāti (ja ir vairākas iterācijas);
- papildus informācijas avotu izmantošana;
- palīdzības (sistēmā esošo resursu) izmantošana;
- citu cilvēku palīdzības izmantošana;
- studentu atsauksmes.

Šajā darbā tika ievērotas tikai atzīmes par praktiskajiem darbiem un eksāmenu, jo lielākoties izpilde notiek ārpus iestādes un ir grūti kontrolēt pārējos parametrus.

E-kursu izmantošanas rezultāti pēc izvēlētajiem kritērijiem ir parādīti 5.20. tabulā, kur Grupa A ir studenti, kas strādāja ar e-kursiem, un Grupa B, kas mācījās pēc tradicionālās metodes (stratēģijas).

Priekšmeta „Programmatūras inženierija” mācīšanai tika izmantoti 6 datorizētās mācīšanās kursi, kas ir aprakstīti 5.2. sadaļā.

5.20. tabula

E-kursu lietošanas rezultāti (vidējās atzīmes)

Kritērijs	1		2	
	Grupa A	Grupa B	Grupa A	Grupa B
2005	6.56	4.7	7.4	4.63
2006	7.124	5.21	7.38	4
2007	6.0	5.05	6.97	5.75
2008	6.15	5.42	7	4
Kopā	6.46	5.1	7.18	4.6

No 5.3. tabulas var secināt, ka e-kursu izmantošana uzlabo rezultātus. Bet precīzai efektivitātes novērtēšanai ir jālieto matemātiskās statistikas metodes. Pie tam, tika ievērotas arī studentu iepriekš iegūtas atzīmes specialitātei atbilstošos priekšmetos.

E-mācīšanās kursa lietošanas novērtēšana, izmantojot Stjudenta t-kritēriju.

Ņemot vērā, ka atzīmes ir diskrētas vērtības, tika izmantots Stjudenta t-kritērijs divu vidējo vērtību salīdzināšanai. Tā lietošanas algoritms ir šāds [160, 170]:

1. Noteikt X , kas atbilst Grupas A rezultātiem pēc katra kritērija;
2. Noteikt Y , kas atbilst Grupas B rezultātiem pēc katra kritērija;
3. Atrast $X_V = \sum_{i=1}^{n_1} X_i$ un $Y_V = \sum_{i=1}^{n_2} Y_i$, kas ir izlases vidējās vērtības katrai grupai, kur n_1 – studentu skaits Grupā A un n_2 – Grupā B;

$$4. \text{ Izskaitļot izlases dispersijas } S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (X_i - X_V)^2}{n_1 - 1} \text{ un } S_Y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} (Y_i - Y_V)^2}{n_2 - 1}$$

5. Izrēķināt empīrisko kritiskās statistikas vērtību

$$t_{emp} = \frac{|X_V - Y_V|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) * S_X^2 + (n_2 - 1) * S_Y^2}{n_1 + n_2 - 2}}} * \sqrt{\frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2}}$$

6. Noteikt kritisko vērtību $t_{kr}(\alpha, n_1 + n_2 - 2)$ atbilstošam nozīmības līmenim α un dotajam brīvības pakāpes skaitam $r = n_1 + n_2 - 2$.
7. Salīdzināt t_{emp} un t_{kr} . Ja $t_{emp} \geq t_{kr}$, tad atšķirība starp grupu vidējām vērtībām ir būtiska dotajā nozīmības līmenī.

Ņemot vērā, ka grupu sastāvs nav vienmērīgs (t.i., abās grupās ir studenti, kuru sagatavošanas līmenis ir augsts, un ir studenti ar zemu zināšanu līmeni), tad aprēķinos tika izmantots atzīmes pieaugums:

$$X_{ij} = M_{ij} - M_{ijp},$$

$$Y_{il} = N_{il} - N_{ilp},$$

kur

X_{ij} – j-tā studenta i-tā kritērija pieaugums Grupā A;

Y_{il} – l-tā studenta i-tā kritērija pieaugums Grupā B;

M_{ij} – j-tā studenta vidējā i-tā kritērija vērtība Grupā A;

N_{il} – l-tā studenta vidējā i-tā kritērija vērtība Grupā B;

M_{ijp} – j-tā studenta vidējā i-tā kritērija vērtība specialitātei atbilstošos priekšmetos Grupā A;

N_{ilp} – l-tā studenta vidējā i-tā kritērija vērtība specialitātei atbilstošos priekšmetos Grupā B;

i – kritērija numurs un $i = 1, \dots, ks$, kur ks – kritēriju skaits (izskatāmajā gadījumā ks ir 2);

j – studenta numurs un Grupā A $j = 1, \dots, n_1$, kur n_1 ir studentu skaits;

l – studenta numurs un Grupā B $l = 1, \dots, n_2$, kur n_2 ir studentu skaits;

p – priekšmeta numurs un $p = 1, \dots, ps$, kur ps ir priekšmetu skaits.

Jāpārbauda hipotēze $H_0: X_V = Y_V$ pie konkurējošās $H_1: X_V > Y_V$. Ja algoritma 7. soļa rezultāts ir pozitīvs, t.i., $t_{emp} > t_{kr}$, tad par patieso tiek pieņemta H_1 .

Vērtība t_{emp} pie patiesās H_0 ir sadalīta pēc Stjudenta likuma ar $r = n_1 + n_2 - 2$ brīvības pakāpēm. Šādā gadījumā aplūko labo kritisko apgabalu. Kritērija nozīmība ir pieņemta $\alpha=0.05$ un, tādējādi, t_{kr} pie $r = 213$ ir vienāda ar 1.64. Eksperimenta datu apstrādes rezultāti ir parādīti 5.21. tabulā.

5.21. tabula

Datu apstrādes rezultāti pēc Stjudenta t-kritērija

Kritērijs	$X_V - Y_V$	S_X^2	S_Y^2	t_{emp}
1	0.4	1.08	1.02	2.84
2	1.11	13.6	23.5	1.83

Tādējādi, pēc 5.21. tabulas var redzēt, ka visiem kritērijiem t_{emp} ir lielāks par t_{kr} , kas nozīmē, ka par patieso tiek pieņemta hipotēze H_1 , kas, savukārt, parāda, ka Grupas A, kas lietoja datorizētās mācīšanās kursus, rezultāti ir daudz labāki par Grupas B, kas neizmantoja piedāvāto iespēju.

E-mācīšanās kursa lietošanas novērtēšana, izmantojot Laplasa funkciju.

Ja neatkarīgo izlašu apjoms ir liels (vairāk par 30), tad izlases vidējie ir sadalīti tuvināti normāli, bet izlases dispersijas ir pietiekoši labas ģenerālo dispersiju vērtības un var būt uzskatītas par tuvināti zināmām [160].

Šajā gadījumā par hipotēzes $H_0: X_V = Y_V$ pārbaudes kritēriju izvēlās gadījuma vērtību:

$$Z = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{S_X^2}{n} + \frac{S_Y^2}{m}}}, \quad (23)$$

kur \bar{X} un \bar{Y} ir vidējās vērtības studentu atzīmēm no Grupas A (izmantoja e-kursus) un Grupas B atbilstoši;

$n = 93$, $m = 120$ – studentu skaits Grupā A un Grupā B;

S^2_X un S^2_Y – izlases dispersijas Grupai A un Grupai B,

$$S^2_X = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (X_i - X_V)^2}{n_1 - 1}, S^2_Y = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} (Y_i - Y_V)^2}{n_2 - 1}. \quad (24)$$

Konkurējošā hipotēze ir tāda pati, kā iepriekšējā gadījumā – $H_1: X_V > Y_V$, tādēļ izskata labo kritisko apgabalu. Kritērija nozīmība ir pieņemta $\alpha=0.05$, tad kritiskais punkts ir

$$\Phi(t_{kr}) = \frac{1 - 2\alpha}{2} = 0,45. \quad (25)$$

Pēc Laplasa funkcijas tabulas [160] $t_{kr} = 1,64$. Eksperimenta datu apstrādes rezultāti ir redzami 5.22. tabulā.

5.22. tabula

Datu apstrādes rezultāti pēc Laplasa funkcijas

Rādītājs	$X_V - Y_V$	S^2_X	S^2_Y	Z
1	0.4	1.08	1.02	2.88
2	1.11	13.6	23.5	1.85

Abiem rādītājiem $Z > t_{kr}$, tādējādi, par patieso tiek pieņemta konkurējošā hipotēze $H_1: X_V > Y_V$, t.i., izlases vidējās vērtības atšķiras nozīmīgi.

Līdz ar to var secināt, ka e-kursu lietošana statistiski palielina apmācības efektivitāti ar nozīmību 0.05.

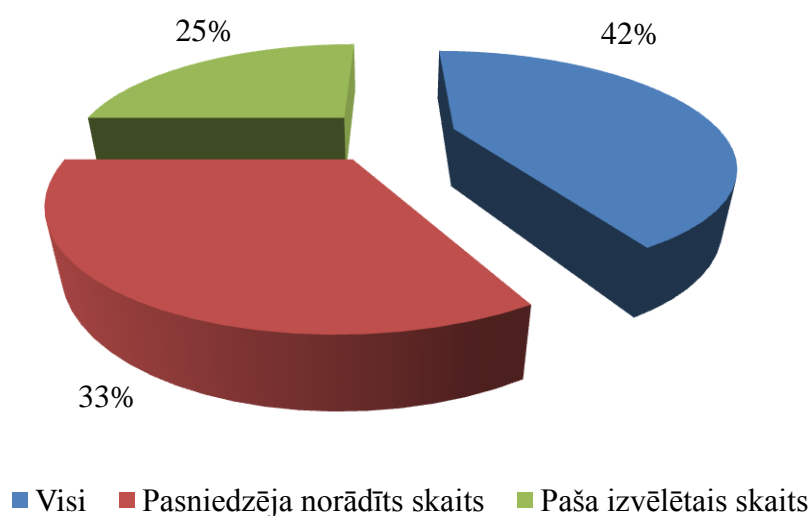
5.4.3. Studentu anketēšanas rezultāti

Eksperimenta laikā tika ņemti vērā arī studentu viedokļi par datorizētās mācīšanās sistēmām DMS (un to paveidiem) kopumā un par piedāvātajiem kursiem. Pirmā anketēšana bija saistīta ar elektroniskās grāmatas lietošanu „Iemācies HTML no nulles” un tās rezultāti ir parādīti [139]. Pēc tiem var secināt, ka studenti pozitīvi noskaņoti uz DMS iespēju lietošanu mācību procesā un uzskata, ka tās atvieglo jaunas mācību vielas apgūšanu.

Savukārt, eksperimenta beigās studentiem bija piedāvāta anketa (5. piel.), kas galvenokārt satur jautājumus par kursu izmantošanu priekšmetam „Programmāturā inženierija”. Aptaujā piedalījās 24 maģistrantūras studiju studenti.

Lielākā daļa no studentiem strādāja ar kursiem visās trīs tēmās, kādās bija prasīts, – 67% un 17% izpildīja zināšanu pārbaudi divās tēmās.

Pirms katras zināšanu pārbaudes studentiem tika piedāvāts izvēlēties jautājumu skaitu, uz kuriem viņi vēlas atbildēt. Katrs students varēja atbildēt uz visiem esošajiem konkrētajā kursā jautājumiem, uz pasniedzēja norādīto skaitu vai arī noteikt pēc savas vēlmes. Aptaujas rezultāti parāda, ka gandrīz 42% atbildēja uz visiem jautājumiem, kas bija paredzēti noteiktajā tēmā (5.4. att.).

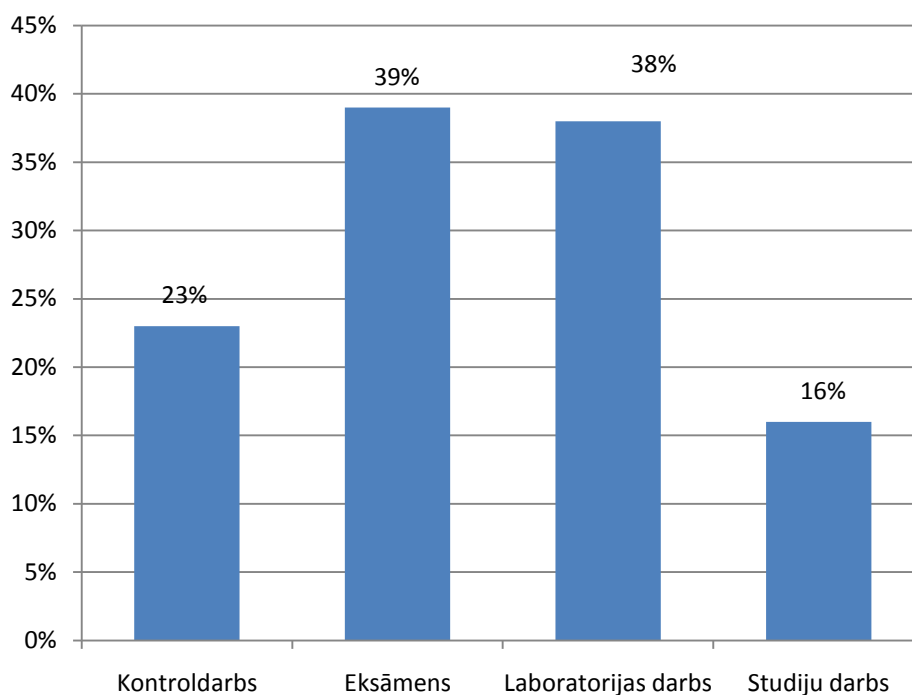


5.4. att. Studentu izvēlēto jautājumu skaits

Veiktajā eksperimentā bija paredzēts, ka studenti var strādāt ar kursiem tik daudz, cik vēlas. Pēc aptaujas rezultātiem (kā arī ņemot vērā sistēmā esošos datus) tika konstatēts, ka kursi tika pildīti vairāk par vienu reizi (aptuveni 60%). Kā iemeslu, kāpēc tas tika darīts, studenti atzīmēja, ka gribēja uzlabot atzīmi un arī lai labāk sagatavotos eksāmenam.

DMS izmantošana mācību procesā paredzēta, lai uzlabotu apmācības rezultātus un atvieglotu studentiem jaunas mācību vielas apgūšanu. Līdz ar to aptaujā tika iekļauts jautājums: „Vai piedāvātie kursi palīdzēja pārējo darbu izpildei?”. Puse no studentiem (50%) atzīmēja, ka kursi bija noderīgi un pēc to apgūšanas (zināšanu pārbaudes izpildes) vieglāk bija pildīt citus darbus (5.5. att.). Pie tam daudzi atbildēja, ka kursu lietošana palīdzēja vairāku darbu izpildei (lielākoties sagatavošanai kontroldarbam 23% un eksāmenam 39%, kā arī dažu laboratorijas un studiju darba izpildei).

Pēc darba ar datorizētās mācīšanās kursiem lielāka daļa no studentiem (75%) uzskata, ka ir jāizstrādā adaptīvās mācīšanās sistēmas, kas iekļauj gan teorētisko informāciju, gan arī praktiskus uzdevumus. Pie tam ap 84% uzskata, ka zināšanu pārbaudei jāizveido dažāda tipa jautājumi.



5.5. att. Kursu „palīdzība”

5.5. Piektās nodaļas secinājumi

Nodaļā ir aprakstīti jautājumi, kas ir saistīti ar datorizētās mācīšanās kursu lietošanas efektivitāti. Tātad, galvenie rezultāti ir šādi:

1. Izstrādāts adaptīvās mācīšanās kurss „Programmāturās implementēšana”, kas ievēro studenta modelī iekļauto informāciju, mācību objektu (MO) struktūru un satur gan informācijas, gan uzdevumu MO. Dialoga scenārijs šim kursam tiek veidots daļēji datorizēti.
2. Aplūkotas kursu lietošanas efektivitātes novērtēšanas metodes, kas balstās uz dažādiem kritērijiem – studentu atsauksmes, atzīmes par kursu, izmantošanas biežums, laiks u.c.;
3. Novērtēta datorizētās mācīšanās kursu (DMK) lietošanas efektivitāte mācību procesā ar divām metodēm, izmantojot Stjudenta t-kritēriju un Laplasa funkciju. Rezultāti parāda, ka mācīšanās sekmes ar DMK ir statistiski nozīmīgi augstāki ar nozīmības kritēriju 0.05. Pēc veiktās studentu anketēšanas var secināt, ka DMK izmantošana palīdzēja gan izpildīt praktiskos darbus priekšmetā, gan sagatavoties kontroldarbiem un eksāmenam.

NOBEIGUMS

Promocijas darba mērķis bija izpētīt un izstrādāt adaptīvas datorizētās mācīšanas metodes, balstoties uz modernām datora tehnoloģijām un studenta modeli. Darbā ir aprakstīts datorizētās mācīšanas process un tā organizācija, izmantojot dažādus modeļus.

Promocijas darba rezultāti ir šādi:

1. Izpētītas un klasificētas pēc 4 kritērijiem 150 datorizētās mācīšanas sistēmas. Pētījuma rezultāti parādīja, ka adaptācija sistēmās pārsvarā nav nodrošināta (38%) vai realizēta tikai MO atkārtota izvade (15%). Par datorizētās mācīšanās procesa modeli ir pieņemts ir modificēts profesora L. Rastrigina modelis sarežģīto sistēmu pārvaldībai.
2. Izanalizēti modeļi, kas tiek lietoti datorizētās mācīšanas organizēšanai: priekšmeta modelis, eksperta (zināšanu) modelis un studenta modelis. Detalizēti aprakstīta to mijiedarbība efektīvai mācīšanas procesa nodrošināšanai.
3. Izskatīts priekšmeta modeļa veidošanas process, kvalitatīvie un kvantitatīvie raksturlielumi un attēlošanas veidi, kā arī izpētīti atkārtoti lietojamo mācību objektu izstrādes principi un piedāvāta informācijas mācību objekta un uzdevumu mācību objekta struktūra. Piedāvāta mācību vielas modeļa attēlošana ar hiperteksta matemātisko pierakstu, kas iekļauj sevī mācību objektus un parāda dažāda veida saites starp tiem.
4. Izstrādāts eksperta (zināšanu) modelis. To var uzskatīt par noteiktā kursa mācīšanas mērķi, jo tas attēlo kādas zināšanas, iemaņas un prasmes un kādā līmenī jāiegūst studentam. Pēc veiktās Latvijas ekspertu anketēšanas tika noskaidrots, ka programmēšanas inženierim svarīgākās kopīgās prasmes IT nozarē ir lietot teksta un grafikas redaktoros un citas biroja lietojumprogrammas, profesionālās prasmes un iemaņas – kodēt un atklūdot programmas, profesionālās psiholoģiskās īpašības – darba spējas, sociālais faktors – ievērot profesionālās ētikas principus, valodu zināšanas – C, C++ un Java, tehnoloģiju un specializētās programmatūras zināšanas – DBPS, operētājsistēmu zināšanas – MS Windows.
5. Aplūkoti studenta modeļi un tajos iekļautie parametri, dota modeļu klasifikācija pēc to tipiem, veikta to salīdzinošā analīze pēc tipa (vispopulārākie ir vektors – 30% un grafs – 61%) un parametriem (lielākajā modeļu daļā – 42% ir paredzēts zināšanu līmenis, kā arī pietiekoši populārs ir zināšanu grafs 16%). Darbā arī ir piedāvāts studenta modelis adaptīvai mācīšanai, kas ietver piecus komponentus ar 20 parametriem: vispārējā

informācija, sagatavotības līmenis, tekošais darbs ar kursu, mācīšanas metode, psiholoģiskās īpašības.

6. Piedāvāts adaptīvās mācīšanās algoritms, kas ņem vērā studenta modelī iekļauto informāciju. Aplūkota adaptējamības īpašība, kas dod studentam iespēju mainīt dažus kursa mācīšanās parametrus – komentāru izvade, uzdevumu grūtība, mēģinājumu skaits, mācību objektu izvēle, informācijas reprezentēšanas veids
7. Parādīta e-mācīšanās kursa izstrādes un tā lietošanas iespējas mācību procesā, kā arī veikta e-kursa lietošanas efektivitātes novērtēšana, izmantojot matemātiskās statistikas Stjudenta t-kritērija un Laplasa funkcijas metodes un studentu anketēšanu.

Galvenais darba rezultāts ir tas, ka tiek piedāvāta modeļu kopa, uz kuras pamata ir iespējams organizēt adaptīvu un adaptējamu mācīšanu. Modeļu kopa iekļauj sevī studenta modeli, kas satur izsmeltošu informāciju par apmācāmo; priekšmeta modeli, kas sastāv no atkārtoti lietojamiem mācību objektiem ar teorētisko informāciju un praktiskiem uzdevumiem, kā arī parāda saites starp tiem; zināšanu/eksperta modelis, kas parāda priekšmeta mācīšanas mērķus.

Zinātniskā novitāte. Pie jauniegūtiem rezultātiem pieder:

- piedāvāts mācību vielas modeļa attēlošanas veids, kas balstās uz hiperteksta matemātisko pierakstu, kā arī atkārtoti lietojamo mācību objektu struktūras, kas paredzētas zināšanu apgūšanai, iemaņu un prasmju iegūšanai;
- izstrādāts studenta modelis, kas ļauj nodrošināt individuālo pieeju katram apmācāmajam, ievērojot īpašības, kas ietekmē mācību procesu;
- izveidots adaptīvās mācīšanās algoritms, kas balstās uz priekšmeta un studenta modeļiem.

Darba praktiskā nozīme.

Izstrādātais studenta modelis un adaptīvās mācīšanās algoritms var būt lietderīgs datorizētās mācīšanās sistēmu projektēšanā un izveidē, jo dod iespēju nodrošināt individuālo pieeju katram studentam apmācības laikā, kas paaugstina mācīšanās efektivitāti. Izstrādāti e-mācīšanās kursi ir iekļauti datorizētās apmācības sistēmā, kas sekmīgi tiek lietota RTU mācību procesā.

Darba aprobācija.

Promocijas darba rezultāti tika prezentēti 31 starptautiskajās konferencēs un atspoguļoti 30 publicētajos rakstos [13, 17-25, 137, 141-149, 156-159, 165, 166].

BIBLIOGRĀFISKAIS SARAKSTS

1. A Design for Hypermedia-Based Learning Environment / Internets. – <http://butler.cc.tut.fi/~onykane/papers/hci-et/hble.html>. (Septembris-Oktobris, 2003)
2. A game-centric approach to foster undergraduate learning / Bawany M.Y., Siddiqui M.S., Hussain S.J. et al. // Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Beijing, China. October 8 – 10, 2007, - pp. 164 - 169.
3. Active worlds / Internets – <http://www.activeworlds.com/edu/index.asp> (Decembris, 2008)
4. Aizkraukles banka / Internets. – <http://www.ab.lv/lv/about/career/> (Augusts, 2004)
5. Anohina A. Adaptīvas apmācības un zināšanu vērtēšanas intelektuāla atbalsta sistēmas izstrādāšana : promocijas darba kopsavilkums. Rīga : RTU, 2007. 51 lpp.
6. Association for Advancement of Computing in Education / Internets. – www.aace.org (Jūlijs, 2004)
7. Association for Computing Machinery / Internets. – www.acm.org (Marts, 2009)
8. Atutor / Internets – <http://www.atutor.ca/> (Decembris, 2008)
9. Baruque L.B., Porto F., Melo R.N. Towards an instructional design methodology based on learning objects // Proceedings of the IASTED International Conference Computers and Advanced Technology in Education. Rhodes, Greece. June 30 - July 2, 2003, - pp. 259 - 265.
10. Baudry A., Bungenstock M., Mertsching B. Nyx – a tool for generating stonferenoncompatible e-learning courses with consistent and adaptable presentation // Proceedings of the IASTED International Conference Computers and Advanced Technology in Education. Rhodes, Greece. June 30 – July 2, 2003, - pp. 265 – 270.
11. Bb. Blackboard / Internets. – www.blackboard.com (Jūlijs, 2004)
12. Bezmaksas enciklopēdija / Internets. – <http://www.wikipedia.org/> (Maijs, 2007)
13. Boule C., Zaiceva L. Learning objects for mobile learning // Proceedings of IADIS International Conference Mobile Learning 2005. Qawra, Malta. 28 - 30 June, 2005, - pp. 189 – 193.
14. Brusilovsky P. Adaptive Educational Hypermedia: From Concepts to Authoring // Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 2004. Lugano, Switzerland. June 21 - 26, 2004.

15. Brusilovsky P. Adaptive educational systems on the World Wide Web // Proceedings of Workshop "Current Trends and Applications of Artificial Intelligence in Education" at the 4th World Congress on Expert Systems. Mexico City, Mexico. 1998, - pp. 9 – 16.
16. Brusilovsky P., Kobsa A., Nejd W. (Ed.). Lecture Notes in Computer Science. Vol. 4321 – Berlin: Springer-Verlag, 2007. - pp. 263 - 290.
17. Bule J. Adaptive Computer-aided Teaching Methods based on Student Model // Proceedings of First International Conference "Information Technologies in Education for All" (ITEA - 2006). Kiev, Ukraine, 2006, – pp. 221 – 230.
18. Bule J. Interneta Tehnoloģiju Lietojums Apmācībā // RTU zinātniskie raksti. Sērija 5, sējums 8. - Rīga: RTU, 2001, - 150. - 156. lpp.
19. Bule J. Mācīšanās kursu pārvaldības problēmas // 43. studentu zinātniskās un tehniskās konferences materiāli. - Rīga: RTU, 2002, - 31. lpp.
20. Bule J. Management of teaching course using multimedia and web technologies // ISD 2002. Eleventh international conference on information systems development (Methods & Tools. Theory & Practice). Doctoral Consortium Proceedings.
21. Bule J. The e-Learning Course: „Software Implementation" Development // Proceedings of the 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Crete, Greece. September 29 - October 1, 2008, - pp. 126 - 129.
22. Bule J., Zaiceva L. Expert Model Development in E-Learning Systems // Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Beijing, China. October 8-10, 2007, - pp. 81 - 84.
23. Bule J., Zaiceva L. Multimedia in Education // Proceedings of the International Workshop Telematics and Life-Long Learning TLLL-2001. Kyiv, Ukraine. October 15 - 17, 2001, - pp. 51 - 53
24. Bule J., Zaitseva L. Computer-based learning process organization // Proceedings of International Conference "Knowledge Society Challenges for E-Learning". Kaunas, Lithuania. 26-27 May, 2005, - pp. 185 – 189.
25. Bule J., Zaitseva L. Student Model Development for E-learning Systems // Proceedings of the IADIS International Conference e-Learning 2007. Lisbon, Portugal. July 6-8, 2007, - pp. 343 – 345.
26. Computer Aided Teaching system at Mathematics Department at the University of Western Australia / Internets. – http://perl.apache.org/outstanding/success_stories/calmaeth.maths.uwa.edu.au.pdf (Aprīlis, 2006)

27. Datu pārraides un apstrādes sistēmas. Angļu-krievu-latviešu skaidrojošā vārdnīca / Baumgarts V., Baums A., Gobzemis A. u.c. – Rīga: A/s SWH Informatīvās sistēmas, 1995. – 243 lpp.
28. Davidovic A. Learning benefits of structural example-based adaptive tutoring systems // PhD, University of South Australia, School of Computer and Information Science, 200 p.
29. De Bra P., Stash N. Multimedia adaptation using AHA! // Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia&Telecommunications ED-MEDIA 2004. Lugano, Switzerland, June 21-26, 2004.
30. Demetriadis S., Pombortsis A. e-Lectures for Flexible Learning: a Study on their Learning Efficiency / Internets. - http://www.ifets.info/journals/10_2/13.pdf (Janvāris, 2009)
31. Demiray U. Cases on challenges facing e-learning and national development: Institutional Studies and Practices / Internets. - http://www.midasebook.com/dosyalar/FINAL_ELEARN_EBOOK_VOL2.pdf (Marts, 2010)
32. Desire2Learn / Internets – <http://www.desire2learn.com/> (Decembris, 2008)
33. Devedzic V., Debenham J., Popovic D. Teaching Formal Languages by an Intelligent Tutoring System // Educational Technology & Society 3(2) 2000. ISSN 1436-4522
34. Divis J. The international labour market: Professional recognition of qualifications / Internets. – <http://www.aic.lv/rigaseminar/documents/Haaksman.pdf> (Decembris, 2008)
35. Education 4 kids / Internets. – www.edu4kids.com (Jūlijs, 2004)
36. eMind / Internets. – www.KnowledgeHub.com (Septembris-Oktobris, 2003)
37. Encyclopaedia Britannica Online / Internets. – www.britannica.com (Jūlijs, 2004)
38. Evaluating the blending of an e-learning module into a Knowledge management course: a case study from the Singapore management university (SMU) / Menkhoff T., Thang T.Y., Ty E.D. et al. // Proceeding of IADIS International conference e-Learning. Lisbon, Portugal. July 6 – 8, 2007, - pp. 155 – 163.
39. Fe-ConE / Internets. – <http://fecone.passionforlearning.eu/login/index.php> (Maijs, 2007)
40. Frasson C., Gauthier G., Lesgold A. Lecture Notes in Computer Science // Proceedings of the conference ITS'96. Montreal, 1996, - pp. 587 – 595.
41. Ghali F., Cristea A.I. evaluation of authoring for adaptation and delivery via learning management systems // Proceedings of the 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Crete, Greece. September 29 - October 1, 2008, - pp. 14 - 19.

42. Gilbert L., Gale V. Principles of e-learning systems engineering. – England: Chandos Publishing, 2008. – 324 p.
43. Gittens S. Generation of Varying Length Temporal Sequences in an Environment from Static Stored Distal Target Trajectories / Internets. – dx.doi.org/10.1145/544862.544941 (Augusts, 2004)
44. Guide Creator 2.0. Система для создания учебно-методических материалов и их представления в информационно-образовательной среде / Internets. – <http://tver.openet.ru/gc/gcoverview/gcoverview.htm> (Jūnijs, 2006)
45. Haptic devices in Virtual Reality used for Education: Designing and educational testing of an innovative system / Christodoulou S. P., Garyfallidou D. M., Gavala M. et al. // Proceedings of the International conference ICL. Villach, Austria. September 28 – 30, 2005.
46. Hejmadi M.V. Improving the Effectiveness and Efficiency of Teaching Large Classes: Development and Evaluation of a Novel e-Resource in Cancer Biology / Internets. – <http://www.bioscience.heacademy.ac.uk/journal/vol9/beej-9-2.aspx> (Janvāris, 2009)
47. Helping you succeed... / Internets. – www.e-learninghub.com (Septembris-Oktobris, 2003)
48. Henze N. Open Adaptive Hypermedia: An approach to adaptive information presentation on the Web / Internets. – www.kbs.uni-hannover.de/Arbeiten/Publikationen/2001/UAHCI_henze_final.htm (Augusts, 2004)
49. ILIAS / Internets – <http://www.ilias.de/> (Decembris, 2008)
50. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. / Internets. – <http://www.ieee.org/web/aboutus/home/index.html>
51. Intelligent educational systems / Internets. – <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/english/ies.html> (Septembris-Oktobris, 2003)
52. INTERLABS research institute / Internets. – <http://www.interlabs.bradley.edu/> (Jūlijs, 2004)
53. International Forum of Educational Technology & Society / Internets. – <http://ifets.ieee.org> (Jūlijs, 2004)
54. International Research and Training center / Internets. – <http://www.dlab.kiev.ua/> (Jūlijs, 2004)
55. IT-STUDY.ru / Internets. – <http://www.it-study.ru/index.htm> (Jūlijs, 2004)
56. Kabassi K., Virvou M. Learner Modelling in a Multi-Agent System through Web Services

- // Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT-2003). Athens, Greece. July 9 -11, 2003.
57. Karamperis P., Sampson D. Evaluating the Performance of Adaptive Learning Objects Selection and Sequencing in Adaptive Educational Hypermedia Systems // Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2009), ISBN: 978-0-7695-3711-5. Riga, Latvia, July 15 - 17, 2009, - pp. 316 - 318.
 58. Kasurinen J., Nikula U. Lower dropout rates and better grades through revised course infrastructure // Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Beijing, China. October 8 - 10, 2007, - pp. 152 - 157.
 59. Kaunas Regional Distance Education Study Centre / Internets. – www.distance.ktu.lt (Jūlijs, 2004)
 60. Kemeneva T.N. Virtual Environment to Learn English Language at Distance // Международный научный журнал УСИМ (Управляющие системы и машины). Информационные технологии. – 2001. - № 2. – 84 – 89 с.
 61. Kinshuk. Intelligent Tutoring Tools – In House Approach / Internets. – <http://fims-www.massey.ac.nz/~kinshuk/thesis/chap7.pdf> (Augusts, 2004)
 62. Ko tu teici? / Internets. – <http://www.ailab.lv/lvavp/default.htm> (Jūlijs, 2004)
 63. Labour market information / Internets – http://www.labourmarketinformation.ca/standard.asp?pcode=lmiv_main&lcode=E (Decembris, 2008)
 64. Lanka A. Pedagoģiskais process. Mācību līdzeklis. / Internets. – <http://www.bf.rtu.lv/documents/hi/pp.doc>
 65. Latviešu valoda / Internets. – <http://www.liis.lv/latval/> (Jūlijs, 2004)
 66. Latviešu valodas skaidrojošā vārdnīca / Internets. – <http://ai1.mii.lu.lv> (Augusts, 2004)
 67. Latvijas statistika / Internets. – <http://www.csb.gov.lv> (Decembris, 2008)
 68. Latvijas Tālmācības centrs / Internets. – <http://vip.latnet.lv/de/index.htm> (Jūlijs, 2004)
 69. Latvijas Universitāte. E-Universitāte / Internets. - <http://www.lu.lv/e-universitaate/e-studijas/>
 70. Latvijas vēsture / Internets. – <http://www.letonika.lv/history/> (Jūlijs, 2004)
 71. Learn.com / Internets – <http://www.learn.com/learncenter.asp?id=178409> (Decembris, 2008)
 72. Learning object metadata / Internets. - <http://meta.wikimedia.org/wiki/>

Learning_Object_Metadata

73. Learning object: What? / Internets. – http://www.uwm.edu/Dept/CIE/AOP/LO_what.html (Augusts, 2004)
74. Learning theory / Internets. - <http://www.infed.org/biblio/b-learn.htm> (Janvāris, 2009)
75. Limoanco T., Sison R. Learner Agents as Student Modeling: Design and Analysis // Proceedings of the IASTED International Conference Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Rhodes, Greece. June 30- July 2, 2003, – pp. 161 – 163.
76. Ljubojevic D., Cook J., Boyle T. Towards Contextual Metadata to Increase Learning Object Technology Effectiveness // Proceedings Of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia&Telecommunications ED-MEDIA 2004. Lugano, Switzerland. June 21-26, 2004, – pp. 96 – 102.
77. Marsella S. Situation-based vs Event-based Modeling / Internets. – <http://www.isi.edu/~marsella/pp> (Septembris-Oktobris, 2003)
78. McIlrath, D., Huitt, W. The teaching-learning process: A discussion of models / Internets. – <http://chiron.valdosta.edu/whuitt/files/modeltch.html> (Augusts, 2004)
79. Mergel B. Instructional Design & Learning theory / Internets. - <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm>
80. Misnevs B. E-learning in Latvia: current status and problems / Internets. - promitheas.iacm.forth.gr/fe-cone/docs/Workshop/Satellites/Latvia.pps
81. Mitrovic T. INSTRUCT: An Approach to Student Modeling / Internets. - <http://www.cosc.canterbury.ac.nz/tanja.mitrovic/instruct.html> (Decembris, 2005)
82. Moodle – A Free, Open Source Content Management System for Online Learning / Internets. – <http://moodle.org/> (Decembris, 2009)
83. Murray S., Ryan J., Pahl C. A tool-mediated cognitive apprenticeship approach for a computer engineering course // Proceedings of the 3rd IEEE International conference on Advanced learning technologies. Athens, Greece. July 9 -11, 2003, - pp. 2 – 7.
84. Mūsdienu latviešu valodas vārdnīca / Internets. - <http://www.tezaurs.lv/mlvv/> (Februāris, 2009)
85. Nodarbinātības valsts aģentūra / Internets. – <http://www.nva.lv> (Decembris, 2008)
86. Novickis L. Lietišķās intelektuālās sistēmas / Internets. - www.cs.rtu.lv/astf/ldppg/materiali_files%5CLIS.ppt (Februāris, 2009)

87. Novickis L., Rikure T. Evaluation of the e-Learning Applications and Systems // RTU zinātniskie raksti. 5. sēr., Datorzinātne. - 30. sēj. (2007), 104.-113. lpp.
88. Nykanen O. Work in Progress: User Modeling in WWW with Prerequisite Graph Model // Proceedings of the workshop Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web, the Sixth International Conference on User Modeling, Chia Laguna, Sardinia. 2-5 June, 1997.
89. On modeling the educational process of kids with autism Spectrum disorders: the noesis project / Petrantonakis P., Vittorias J., Bolis D. et al. // Proceedings of the 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Crete, China. September 29 - October 1, 2008, - pp. 8 - 13.
90. Ong J., Romachandran S. Intelligent Tutoring Systems: Using AI to Improve Training Performance and ROI / Internets. – http://www.shai.com/papers/ITS_using_AI_to_improve_training_performance_and_ROI.pdf (Augusts, 2004)
91. Online testi abiturientiem / Internets. – <http://www.abiturcenter.ru/testi/> (Jūlijs, 2004)
92. Ortiz M., Ayala G., Osorio M. Formalizing the Learner Model for CSCL Environments / Internets. – <http://www.udlap.mx/~is103378/research/pubs/enc/learnerModel.pdf>
93. Overton L. e-learning benefits lessons from Higher education / Internets. - <http://www.towardsmaturity.org/article/2008/07/20/e-learning-benefits-education/> (Janvāris, 2009)
94. Pask and Laurillard. Systems and Conversations / Internets. – <http://www.learningandteaching.info/learning/pask.htm> (Augusts, 2004)
95. Picture the Future: Digital Videos and Learning Objects Enhance Education / Fulford C.P., Eichelberger A., Ho C.P. et al. // Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia&Telecommunications ED-MEDIA 2004. Lugano, Switzerland. June 21 - 26, 2004, – p. 1148 – 1153.
96. Politika.lv blogi / Internets – <http://www.politika.lv/blogi/index.php?id=60535> (Decembris, 2008)
97. Poulouva P., Černa M., Krenek M. The Efficiency Of eLearning Courses / Internets. - <http://virtuni.eas.sk/rocnik/2006/data/pdf/fid000902.pdf> (Janvāris, 2009)
98. Profesijas standarts. Programmēšanas inženieris. Kvalifikācijas līmenis 5. Reģ. Numurs PS0227. – 2003. gada 29. decembra Izglītības un zinātnes ministrijas rīkojums Nr. 649.
99. Profesionālo studiju prakses aspekti izglītības kvalitātes skatījumā / Zaiceva L., Rusakovs P., Matisons G. et al. // RTU zinātniskie raksti. 5. sērija. Datorzinātne. Lietišķās

- datorsistēmas. 30. sējums. Rīga: RTU, 2007. – 160. – 171. lpp.
100. Prokofjeva N. Promocijas darbs „Datorizētās zināšanu pārbaudes modeļi un metodes”. – Rīga: RTU, 2007. – 173 lpp.
 101. psytest.info | психологические тесты он-лайн / Internets. - <http://psytest.info/>
 102. Puerto Rico Louis Stokes Alliance for Minority Participation / Internets. - http://www.prlsamp.org/what_is_prlsamp/METRICS/Index_of_Course_Efficiency/The%20Index%20of%20Course%20Efficiency_ICE_files/frame.htm (Februāris, 2009)
 103. Redeker G.H.J. An Educational Taxonomy for Learning Objects // Proceeding of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2003. Athens, Greece. July 9 – 11, 2003, – pp. 250 - 251
 104. Rikure, T. Uz psihofizioloģiskā stāvokļa modeļa balstīto adaptīvo apmācības sistēmu izstrādāšana : promocijas darba kopsavilkums. Rīga : RTU, 2009. 49 lpp.
 105. Roselli T., Grasso A., Plantamura P. Using self-assessment in a cooperative student model // Proceedings of the IASTED International Conference Computers and Advanced Technology in Education. Rhodes, Greece. June 30 – July 2, 2003, – pp. 181 – 186.
 106. RTU Tālmācības studiju centrs / Internets. – <http://www2.internet-uni.lv/welcome.nsf> (Jūlijs, 2004)
 107. Rutkowski J., Moscinska K., Jantos P. Web-based assessment and examination system – from Experiment to practice // Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Beijing, China. October 8 - 10, 2007, - pp. 206 - 211.
 108. Sampson D., Fytros D., Zervas P. Supporting Lifelong Learning Programmes: Defining an Accessibility and Competence Based Application Profile for Educational Metadata // Proceeding of the 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE 2008). Crete, Greece. September 29 - October 1, 2008
 109. Sampson D., Papanikou C. A Framework for Learning Objects Reusability within Learning Activities // Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2009), ISBN: 978-0-7695-3711-5. Riga, Latvia, July 15 - 17, 2009, - pp. 32 - 36.
 110. Second Life / Internets – <http://secondlife.com/> (Decembris, 2008)
 111. Shang Y., Shi H., Chen S.-S. An Intelligent Distributed Environment for Active Learning. / Internets. - <http://www10.org/cdrom/papers/207/WWW10-207.html> (Marts, 2003)

112. Shute V. J. SMART: Student Modeling Approach for Responsive Tutoring / Internets. – <http://www.dfki.uni-sb.de/imedia/lidos/pbir/s0924-1868.html> (Septembris-Oktobris, 2003)
113. SimTeach / Internets – http://simteach.com/wiki/index.php?title=Institutions_and_Organizations_in_SL (Decembris, 2008)
114. SkillSoft – The e-Learning Solutions Company / Internets. – <http://www.skillsoft.com/default.asp> (Jūlijs, 2004)
115. Slavin R. QAIT Model / Internets. – <http://www.rblewis.net/technology/PSY306/qait.html> (Augusts, 2004)
116. Stauffer K. Applications of Student Modeling / Internets. – http://ccism.pc.athabascau.ca/html/students/stupage/Project/sm_app.htm (Augusts, 2004)
117. Svešvalodu skola / Internets. – <http://www.bkc.ru/test/> (Aprīlis, 2006)
118. TAC-Software / Internets. – <http://www.tac-soft.com/> (Jūlijs, 2004)
119. Teaching method / Internets. – http://en.wikipedia.org/wiki/Teaching_method
120. teAchnology / Internets. - <http://www.teach-nology.com/teachers/methods/> (Septembris, 2008)
121. Transporta un sakaru institūts / Iternets – <http://www.tsi.lv>
122. Tsaganou G., Grigoriadou M., Cavoura T. Modelling Student's Comprehension of Historical Text Using Fuzzy Case-Based Reasoning / Internets. – <http://calisto.sip.ucm.es/cbret02/tsaganou.pdf> (Augusts, 2004)
123. Using mobile techniques in improving information awarness to promote learning preformance / Wang C., Liu B., Chang K. et al. // Proceedings of the 3rd IEEE International conference on Advanced learning technologies. Athens, Greece. July 9 -11, 2003, - pp. 106 – 110.
124. Using VR technology tu support the formation of cooperative learning groups / Jong B., Lin T., Chan T. et al. // Proceedings of the 3rd IEEE International conference on Advanced learning technologies. Athens, Greece. July 9 -11, 2003, - pp. 37 – 42.
125. Valenti S., Cucchiarelli A. Preliminary results froma machine learning based approach to the assessment of student learning // Proceedings of the 3rd IEEE International conference on Advanced learning technologies. Athens, Greece. July 9 -11, 2003, - pp. 426 – 428.
126. Veide Z., Strozheva V. Application and efficiency assessment of e-learning software / Internets. - http://ogigi.polsl.pl/biuletyny/zeszyt_17/z17cz2_6.pdf (Janvāris, 2009)
127. Verbert K., Duval E. Towards a Global Component Architecture for Learning Objects: A

- Comparative Analysis of Learning Object Content Models // Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia&Telecommunications ED-MEDIA 2004. Lugano, Switzerland. June 21-26, 2004, – pp. 202 – 209.
128. WBTSsystems / Internets. – <http://www.wbtsystems.com/products> (Augusts, 2004)
 129. Web-based testing software / Internets. – <http://www.test.com> (Maijs, 2004)
 130. WebCT Learning without limits / Internets. – www.webct.com (Jūlijs, 2004)
 131. WELL project / Internets. – <http://www.well.ac.uk/wellproj/index.html> (Jūlijs, 2004)
 132. What are learning objects? / Internets. – <http://www.wisc-online.com/info/fipse%20-%20what%20is%20a%20learning%20object.htm> (Augusts, 2004)
 133. Wikipedia / Internets – http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_world (Decembris, 2008)
 134. Wikipedia. Multiple choice / Internets – http://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_choice (Decembris, 2008)
 135. Wikipedia. Second Life / Internets – http://en.wikipedia.org/wiki/Second_Life#Education (Decembris, 2008)
 136. Zaiceva L. Adaptācijas problēmas datorizētajā apmācībā // RTU zinātniskie raksti. 5. sērija. Datorzinātne. Lietišķās datorsistēmas. 13. sējums. Rīga: RTU, 2002, - 220. - 226. lpp.
 137. Zaiceva L., Bule J. Priekšmeta “Programmatūras plānošana un metroloģija” mācīšanas metodika // Starpaugstskolu Zinātniski praktiskās un mācību metodiskās konferences “Izglītības problēmas mūsdienu apstākļos”, 2005. gada 24. februārī, programma un tēzes. Rīga: TSI, 2005, - 132. - 134. lpp.
 138. Zaiceva L., Kuplis U. & Prokofjeva N. Apmācība Internet vidē // RTU zinātniskie raksti. 5. sērija. Datorzinātne. Lietišķās datorsistēmas. 3. sējums. Rīga: RTU, 2001, - 33. - 45. lpp.
 139. Zaiceva L., Popko V. Elektroniskās mācību grāmata Internetā: lietošana un izstrāde // RTU zinātniskie raksti. 5. sērija. Datorzinātne. Lietišķās datorsistēmas. 22. sējums. - Rīga: RTU, 2005. – p. 131 – 139
 140. Zaitseva L. E-courses using results and efficiency // Proceedings of the 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. Crete, Greece. September 29 - October 1, 2008, - pp. 90 - 93.
 141. Zaitseva L., Boule C. Adaptation in WBE Systems Based on Student Model // Proceedings of the IASTED International Conference Computers and advanced technology in education. Rhodes, Greece. June 30 - July 2, 2003, - pp. 161 – 163.

142. Zaitseva L., Boule C. Learning program on “Software Process Models” // Proceedings of the 18th International Conference on Systems for Automation of Engineering and Research, SAER-2004. Varna, Bulgaria. 24-26 September, 2004, - pp. 175 - 177.
143. Zaitseva L., Boule C. Student Models in Computer-Based education // Proceeding of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT'03. Athens, Greece. 9-11 July, 2003, - p. 451.
144. Zaitseva L., Boule C., Prokofyeva N. Knowledge control approaches in computer-assisted education // Proceeding of the Eighth IASTED International Conference on Computers And Advanced Technology In Education. Oranjestad, Aruba. August 29-31, 2005, - pp. 453 - 456.
145. Zaitseva L., Bule J. Adaptation in computer-based education // Proceedings of ED-MEDIA World Conference in Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. Lugano, Šveice, June 21 - 26, 2004, - pp. 3527 – 3529.
146. Zaitseva L., Bule J. E-learning courses use and evaluation in Riga Technical University // Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2008). Santander, Cantabria, Spain. 1 - 5 July, 2008, - pp. 1057 - 1058.
147. Zaitseva L., Bule J. Electronic Textbook and E-Learning System in Teaching Process // Proceedings of E-learning conference'06 Computer Science Education. Coimbra, Portugal. 7-8 September, 2006, - pp. 189 – 192.
148. Zaitseva L., Bule J. Learning Systems in Higher Education // Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2006). Kerkrade, Netherlands. 5 - 7 July, 2006, - pp. 674 – 676.
149. Zaitseva L., Bule J., Kuplis U. Advanced e-Learning System Development // Proceedings of the International Conference “Advanced Learning Technologies and Applications” (ALTA'03). Kaunas, Lithuania, September 11 – 12, 2003, - pp. 14 – 18.
150. Zaitseva L., Zakis J.D. Course development for tutoring and training systems in engineering education // Global Journal of Engineering Education. – 1997. - 1(3). – pp. 333 - 340.
151. Zekanović-Korona L., Krce–Miočić B., Habuš M. The satisfaction of pupils and students with the e-learning Classes / Internets. – http://www.foi.hr/CMS_home/znan_strucni_rad/konferencije/IIS/2007/papers/T02_06.pdf (Janvāris, 2009)

152. Zhao J. An Examination of Students' Perception of Blended E-Learning in Chinese Higher Education / Internets. - <http://www.springerlink.com/content/r823125035647432/fulltext.pdf?page=1> (Janvāris, 2009)
153. Архипова А.И., Кочубей И.В., Иус Д.В. Концептуальные подходы к разработке учебно-методических комплексов нового поколения // Научные труды международной конференции IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT 2002. – Казань, Татарстан, Россия, 2002. – 188-191 с.
154. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы. – Донецк: ДООУ, 2002. – 502 с.
155. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. - Воронеж: Изд-во Воронеж. Ун-та, 1977. – 303 с.
156. Буль Е.Е. Адаптация компьютерных обучающих систем на основе модели студента // Материалы II международной конференции "Стратегия качества в промышленности и образовании", том 2. Варна, Болгария. 2 – 9 июня, 2006, - 204 - 207 с.
157. Буль Е.Е. Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения // Educational Technology & Society 6(4) 2003 ISSN 1436-4522 (starptautiskais elektroniskais žurnāls). / Internets. - http://ifets.ieee.org/russian/periodical/V_64_2003EE.html
158. Буль Е.Е. Сравнительный анализ моделей обучаемого // Труды X Научно-методической конференции Telematika'2003. Том 2. Секции D, E. Ст.-Петербург, Россия. 2003, - 364 – 366 с.
159. Буль Е.Е., Зайцева Л.В. Разработка учебных курсов на базе мультимедиа // Сборник научных трудов 5 международной конференции Образование и виртуальность – 2001. Харьков-Ялта. 2001, - 145 – 152 с.
160. Гмурман В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. – Москва: Высшая школа, 1972. – 368 с.
161. Дистанционный навчальный процес / Кухаренко В.М., Сиротенко Н.Г., Молодих Г.С. и др. – Украина: МІЛЕНІУМ, 2005. – 290 с.
162. Дистанционное обучение / Internets. – <http://dl.nw.ru/theories/technologies/> (Decembris, 2008)
163. Зайцева Л.В. Автоматизированное управление на базе иерархического комплекса моделей в человеко-машинных обучающих системах : Дисс. к. т. н. – Рига : РПИ, 1981. – 202 с.

164. Зайцева Л.В. Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // Educational Technology & Society. – Nr. 6(4), 2003 ISSN 1436-4522 (starptautiskais elektroniskais žurnāls), 204 – 212 с. / Internets. – http://ifets.ieee.org/russian/periodical/V_64_2003EE.html (Novembris, 2003)
165. Зайцева Л.В., Буль Е.Е. Адаптация в компьютерных системах на базе структуризации объектов обучения // Educational Technology & Society 9(1) 2006 ISSN 1436-4522 (starptautisks elektronisks žurnāls) 422 – 428 с. / Internets..– http://ifets.ieee.org/russian/periodical/V_91_2006EE.html
166. Зайцева Л.В., Буль Е.Е. Качество компьютерных обучающих программ // Сборник научных трудов 6 международной конференции Образование и виртуальность – 2002. Харьков-Ялта. 2002.
167. Зайцева Л.В., Новицкий Л.П., Грибкова В.А. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ. – Рига, 1989. – 174 с.
168. Зайченко И. Классификация моделей обучения. Формальная модель обучения / Internets. – <http://www.i2.com.ua/index.php?dir=Articles/learning&page=classification.htm&f=3> (Augusts, 2004)
169. Информационно-логическая модель учебного материала / Internets. - <http://ric.uni-altai.ru/Fundamental/obr-website/lab132/teor2.htm> (Novembris, 2006)
170. Критерии Пирсона и Стьюдента / Internets. - <http://cito-web.yspu.yar.ru/link1/metod/theory/node44.html> (Decembris, 2008)
171. Крылова Т.В. Технология подготовки учебного курса к компьютеризации / Internets. – http://www.nntu.sci-nnov.ru/DISLRN/metod_aos/methodsod.htm (Augusts, 2004)
172. Курганская Г.С. Модели, методы и технология дифференцированного обучения на базе интернет / Internets. - <http://www.keldysh.ru/council/1/kurgansk/g2.htm> (Jūnijs, 2007)
173. Львович Я.Е., Рындин А.А., Долгих Д.В. Автоматизация проектирования компонентов дистанционного обучения и диагностика качества знаний специалистов для сети ИНТЕРНЕТ / Internets. - http://www.e-joe.ru/sod/98/3_98/st109.html (Jūnijs, 2007)
174. Мишнев Б.Ф. Разработка структуры педагогически эффективной дисциплины для e-learning // Educational Technology & Society 11(1) 2008 ISSN 1436-4522 (starptautisks elektronisks žurnāls) 463 – 472 с. / Internets..– http://ifets.ieee.org/russian/depository/v11_i1/html/14.htm

175. Морозов В.П., Тихомиров В.П., Хрусталеv Е.Ю. Гипертексты в экономике. Информационная технология моделирования. – М.: Финансы и статистика, 1997. -
176. Образовательный портал Auditorium.ru / Internets. – http://www.auditorium.ru/aud/v/index.php?a=vconf&c=getForm&r=thesisDesc&CounterThesis=1&id_thesis=69 (Oktobris, 2004)
177. Психпортал. Столица сетевой психологии / internets. – http://psy.piter.com/tests/index.phtml?do=print_desc&test_id=8 (Jūnijs, 2008)
178. Растригин Л.А., Эренштейн М.Х. Адаптивное обучение с моделью обучаемого / RPI. – Riga: Zinatne, 1986. – 160 с.
179. Самый большой банк рефератов / Internets. - <http://www.bankreferatov.ru/db/M/24707109E5AFD81143256A470067A36A> (Maijs, 2008)
180. Смирнов С. Объем знаний программиста / Internets – <http://pcauto.narod.ru/resume/knowledge.htm> (Augusts, 2004)
181. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения / Internets. – <http://cnit.ssau.ru/kadis/posob/index.htm> (Jūnijs, 2002)
182. Центр Дистанционного Образования БашТехИнформ / Internets. – <http://www.cdo.bash.ru/index.php?m=pub&id=18> (Aprīlis, 2004)

PIELIKUMI

1. pielikums. Izpētīto sistēmu saraksts

Nr.	Nosaukums	Web-adrese
1	Active worlds	http://www.activeworlds.com/edu/index.asp
2	ANGEL Learning, Inc.	http://angellearning.com/
3	AnyTest	http://soft.altailand.ru/list.php?lang=0&topic=6
4	Apex Learning, Inc.	http://www.apexlearning.com/
5	ASHRAE e-learning	http://www.ashrae-elearning.org/
6	Atutor	http://www.atutor.ca/
7	Automated Task Control System	http://www.freesoft.ru/?id=670308
8	AVELife TestGold Studio	http://www.avelife.ru/products/testgold/overview.htm
9	Bb. Blackboard	www.blackboard.com
10	BeSt Test v1.06	http://www.freesoft.ru/?id=10142
11	Censeo	http://www.censeocorp.com/solutions/online-testing.asp
12	Center for Equity and Excellence in Education test database	http://ericae.net/eac
13	Chopin	http://altnet.ru/~mcsmall/eng/chop.htm
14	Claroline	http://www.claroline.net/
15	CollegeBoard	http://www.collegeboard.org
16	ComputerMentor	http://www.c-mentor.ru/about.shtml
17	CONTROL	http://control.iu4.bmstu.ru/index.php?id=about
18	Creative approaches, Inc.	http://www.caicbt.com
19	CyberExtension	http://rightreasantech.com/Managed_Learning_Environment/CyberExtension.php
20	DELFIN	http://cnit.mpei.ac.ru/dolphin/dolrec6.htm
21	Desire2Learn	http://www.desire2learn.com/
22	Dokeos	http://www.dokeos.com/
23	Driver Licensing - Knowledge Testing	http://www.marylandmva.com/AboutMVA/INFO/26300/26300-25T.htm
24	Dynamic PowerTrainer®	http://www.dynamicpowertrainer.com

25	Easy Test Creator 2.0	http://azlab.org/?page=oldsoft
26	EAUTHOR 2.0	http://www.learnware.ru/static.php?id=3030
27	eCollege	http://www.ecollege.com/
28	Education 4 Kids	www.edu4kids.com
29	eFront	http://www.efrontlearning.net/
30	eFront (eLearning software)	http://www.efrontlearning.net/
31	Ekzamenator	http://www.softportal.com/freesoftware/2174/
32	EkzamL v6.05	http://www.freesoft.ru/?id=668367
33	eLeaP™ LEARNING MANAGEMENT SYSTEM LMS	http://www.eleapsoftware.com/
34	E-learning center	http://www.e-learningcenter.com/
35	E-learning courses	http://adrenaline.ucsd.edu/elearning/portal.asp
36	Elearning for kids	http://www.e-learningforkids.org/courses.html
37	eLearning Server 3000	http://www.pcmag.ru/?ID=310087&Discuss=1
38	E-learning systems	http://www.elearningsystems.org/
39	Elearning!	http://www.2elearning.com/
40	eMind	www.KnowledgeHub.com
41	Enciklopēdija Britannica	www.britannica.com
42	<u>English Trainer4700</u>	http://www.umopit.ru/
43	e-testing	http://www.etesting.com/
44	ETS.org	http://www.ets.org/
45	Eufrates	http://www.eufrates.com/
46	Fe-ConE	http://fecone.passionforlearning.eu/login/index.php
47	FirstClass	http://www.firstclass.com/
48	Fle3	http://fle3.uiah.fi/
49	Free patents online	http://www.freepatentsonline.com/5456607.html
50	gTest v1.0	http://www.freesoft.ru/?id=10112
51	HyperTeacher	http://www.yspu.yar.ru/ht/
52	ICBC	http://www.icbc.com/licensing/opkt.asp
53	ILIAS	http://www.ilias.de/

54	INMEDEA	http://www.inmedea-simulator.net/med/scene/entry/index.jsp?locale=en
55	Insite assessment	http://www.insightassessment.com/9online.html
56	Interactive Book 1.0	http://www.freesoft.ru/?id=668896
57	InteractiveTest	http://www.interactivetest.com
58	INTERLABS research institute	http://www.interlabs.bradley.edu/
59	Internet Testing System "ITS"	http://www.testsys.com
60	IntraLearn	http://www.intralearn.com/
61	iTester v1.2	http://www.freesoft.ru/?id=78013
62	It's learning	http://www.itslearning.com/
63	IW tests	http://www.iqtest.com/
64	KADIS	http://cnit.ssau.ru/kadis/index.htm
65	Kalifornijas universitāte	www.caltech.com
66	KARELIA	http://iq.karelia.ru
67	Kaunas Regional Distance Education Study Centre	www.distance.ktu.lt
68	KIOS	http://mdcorpsoft.chat.ru/pss/pss27.htm
69	Knost 1.0.4	http://softok.org/science/educat/9157prog.html
70	Ko tu teici?	http://www.ailab.lv/lvavp/default.htm
71	Kolorado universitāte	www.cuonline.edu
72	Latviešu valoda	http://www.liis.lv/latval/
73	Latviešu valodas skaidrojošā vārdnīca	http://ai1.mii.lu.lv
74	Latvijas vēsture	http://www.letonika.lv/history/
75	Learn.com	http://www.learn.com/learncenter.asp?id=178409
76	Learning system	http://www.e-learning.lv/index.php?lang=lat
77	LearningSpace	http://www-306.ibm.com/software/sw-training/
78	LON-CAPA	http://lon-capa.org/
79	Mirax Test Pro	http://www.mirax-software.ru/?mod=tests#p64

80	Mirax Test v1.2 Full	http://www.freesoft.ru/?id=79498
81	Moodle	http://moodle.org/
82	MS Encarta 98 Encyclopedia Deluxe Edition	http://www.microsoft.com
83	Mūsdienu latviešu valodas vārdnīca	http://www.tezaurs.lv/mlvv/
84	OLAT	http://www.olat.org/
85	On-line Tests	http://www.nita.ru/ziv/test/index_r.html
86	On-line тесты для абитуриентов	abiturcenter.ru/testi
87	Open University	http://www.open.ac.uk/
88	OpenTest	http://opentest.com.ua/
89	OPOKC	http://www.mocnit.zgrad.su/mocnit/develop.html
90	Oracle Certified test	http://www.oracle.com
91	Oracle Certified Test	http://www.oracle.com
92	Oregon.gov	http://www.oregon.gov/ODOT/DMV/driverid/testknow.shtml
93	Oxford Cambridge and RSA Examinations	http://www.ocr.org.uk/aboutus/
9	PCAT	http://www.tpc-etesting.com/pcat/
95	PennState	http://www.testing.psu.edu/Lab/
96	PH2 v1.0	http://www.freesoft.ru/?id=666928
97	Practice Driver Knowledge Test (DKT)	http://www.rta.nsw.gov.au/licensing/tests
98	Redwood elearning systems	http://www.redwoodelearning.com/
99	Sakai Project	http://www.sakaiproject.org/
100	Second Life	http://secondlife.com/
101	Snap Staff Quiz - Employee Quiz Tool	http://www.snapcomms.com/snap/tools/snapquiz.aspx
102	Strathmore University	www.elearning.strathmore.edu/

103	SunRav TestOfficePro	http://www.sunrav.ru/srtop/index.php
104	Talk to me	http://auralog.com
105	TeachingTemplates	http://www.tac-soft.com/
106	TeachLab CourseMaster	http://www.kalinovsky-k.narod.ru/teachlab/index.htm
107	teAchnology	http://www.teach-nology.com/teachers/methods/
108	TechRepublic	http://search.techrepublic.com.com
109	Teletesting	http://www.ht.ru/
110	Test your Geography Knowledge	http://www.lizardpoint.com/fun/geoquiz/
111	TESTCOMMANDER	http://www.etestingsystems.com/
112	TestCreator FreeEdition v1.0	http://www.freesoft.ru/?id=78586
113	TESTI v1.5	http://www.freesoft.ru/?id=80727
114	TestMaker Ekz v1.2.0	http://www.freesoft.ru/?id=10349
115	TestMan	http://rafsoft.narod.ru/TestMan.html
116	TESTS 1.0	http://g-morozov.narod.ru/Programs/Tests/
117	TestShield v1.0	http://www.freesoft.ru/?id=8852
118	TestSystems	http://kovbasyuk.com.ua/index.php?page=prog&lang=ru
119	TestWizard v1.7	http://www.freesoft.ru/?id=668798
120	The Saint Mary's University	<i>cms.smu.edu.ph/</i>
121	TickMaster v1.6	http://www.freesoft.ru/?id=78473
122	University Of Port Harcourt	<i>icampus.uniport.edu.ng/</i>
123	University of Victoria	http://elearning.uvic.ca/index.php
124	USATIK	http://usatic.narod.ru/
125	VEC English Grammar Test	http://secure.vec.bc.ca/vec/online-test.cfm
126	Vesta	http://www.freesoft.ru/?id=668462
127	VIMTEST	http://fio.uven.ru/rsi/doc/get_thes_57.html
128	WBTSystems	http://www.wbtsystems.com/products
129	Web-based testing	www.test.com

	software	
130	WebCT Learning without limits	www.webct.com
131	WebTest	http://www.websoft.ru
132	WebTrain Communications	http://www.webtrain.com/
133	WELL project	http://www.well.ac.uk/wellproj/index.html
134	wikipedia	http://www.wikipedia.org/
135	Абитуриент Он-Лайн	http://aol.iu4.bmstu.ru
136	АСТ	http://www.ito.su/2001/ito/III/2/III-2-8.html
137	КАМЕРТОН	http://andrew.ak-bars.ru/prgstud/
138	Конструктор тестов	http://www.keepsoft.ru/simulator.htm
139	МастерТест	http://www.freesoft.ru/?id=668679
140	Он-лайн тестирование	http://altnet.ru/~mcsmall/cat_inf.htm
141	ОРОКС	http://www.mocnit.miee.ru/mocnit/oroks.html
142	Прометей	http://www.prometeus.ru
143	Ревизор v2.0.3110	http://www.freesoft.ru/?id=79094
144	СВМ-TEST	http://v-school.narod.ru/CBM-TEST/cbm-test.htm
145	СДТ UNITEST	http://virt.kture.kharkov.ua/2002/papers/7_05.pdf
146	Система тестирования v2.1.1.71	http://www.freesoft.ru/?id=667843
147	ТЕСТ-ЦЕНТР	http://www.testcenter.chat.ru/
148	Тесты on-line	http://www.mifp.ru/test/main.shtml
149	Тесты по иностранным языкам	http://www.bkc.ru/test/
150	Универсальный тест	http://timk.ru/mysoft.htm

2. pielikums. Darba devēju anketa

Cien. Kolēģi!

Lūdzam palīdzēt mums noteikt, kādas zināšanas, prasmes un iemaņas ir neciešamas 5. līmeņa programmēšanas inženierim, aizpildot šo anketu.

Katram rādītājam norādīt vērtējumu 10 ballu sistēmā:

10 balles – svarīgs un nepieciešams rādītājs;

6-9 balles – rādītājam jābūt;

3-5 balles – lietderīgs, bet ne īpaši svarīgs rādītājs;

1-2 – nav obligāts rādītājs;

0 balles – rādītājs nav vajadzīgs.

Var norādīt jebkuru vērtību diapazonā no 0 līdz 10, tai skaitā arī daļskaitli.

1. Kopīgās prasmes IT nozarē

<i>Nr.</i>	<i>Rādītājs</i>	<i>Vērtējums</i>	<i>Līmenis:</i> P – prasme; I - iemaņa
1.1.	lietot IT nozares standartus		
1.2.	lietot IT terminoloģiju angļu un latviešu valodā		
1.3.	lietot operētājsistēmas		
1.4.	lietot teksta un grafikas redaktorus un citas biroja lietojumprogrammas		
1.5.	piedalīties projektu vadīšanā		
1.6.			

2. Profesionālās prasmes un iemaņas

<i>Nr.</i>	<i>Rādītājs</i>	<i>Vērtējums</i>	<i>Līmenis:</i> P – prasme; I - iemaņa
2.1.	kodēt un atklūdot programmas		
2.2.	lietot visas programmēšanas valodas iespējas		
2.3.	lietot datu pieprasījumu valodas		
2.4.	lietot labo programmēšanas stilu		
2.5.	mērīt programmatūras veiktspēju		
2.6.	analizēt programmas izpildes laiku un to optimizēt		
2.7.	zināt programmatūras inženierijas koncepcijas		
2.8.	analizēt prasību realizācijas iespējas		
2.9.	analizēt dažādus tehniskos risinājumus un izvēlēties piemērotāko		
2.10.	veikt sistēmu arhitektūras un detalizēto projektēšanu		
2.11.	izstrādāt algoritmus un projektēt datu struktūras		
2.12.	projektēt un realizēt lietotāja saskarnes		
2.13.	projektēt un realizēt iebūvēto palīdzības sistēmu		
2.14.	pārzināt sistēmanalīzes metodes		
2.15.	lietot projektējuma shēmas un diagrammas		
2.16.	izvēlēties uzdevuma risināšanai adekvātus līdzekļus		
2.17.	lietot informācijas meklēšanas un atlasas līdzekļus		
2.18.	lietot programmatūras izstrādes rīkus		

2.19.	veidot datu konceptuālo un fizisko modeli		
2.20.	veidot realizācijas modeli (klašu un/vai funkciju hierarhiju)		
2.21.	lietot programmatūras testēšanas paņēmienus		
2.22.	analizēt svešas programmas kodu		
2.23.	sagatavot testēšanas specifikāciju un testpiemērus		
2.24.	sagatavot testēšanas vidi, izpildīt testpiemērus un pierakstīt testēšanas gaitu		
2.25.	sagatavot dokumentus atbilstoši standartiem: a) prasību specifikācija b) projektējuma apraksts c) programmas apraksts d) testēšanas plāns e) testēšanas pārskats f) lietotāja ceļvedis		
2.26.	veikt datu aizsardzības un drošības pasākumus		
2.27.	veikt uzturamās programmatūras konfigurācijas pārvaldību		
2.28.	konfigurēt darba vietu un darba rīkus		
2.29.	plānot izpildāmos darbus un noteikt to prioritātes		
2.30.	vadīt darbinieku grupu		
2.31.			

3. Profesionālās psiholoģiskās īpašības

<i>Nr.</i>	<i>Rādītājs</i>	<i>Vērtējums</i>
3.1.	loģiskā un kombinatoriskā spēja	
3.2.	darba spējas (spēja veikt darbu patstāvīgi vai strādājot komandā)	
3.3.	rūpība darbā	
3.4.	pacietība	
3.5.	labā atmiņa	
3.6.	spēja mierīgi pārciest neveiksmes	
3.7.	intuīcija un izdomas bagātība	

4. Sociālie faktori

<i>Nr.</i>	<i>Rādītājs</i>	<i>Vērtējums</i>
4.1.	komunikatīvā prasme	
4.2.	spēja strādāt komandā (grupā)	
4.3.	pārliecināt citus un argumentēt savu viedokli	
4.4.	ievērot profesionālās ētikas principus	
4.5.	ievērot darba higiēnas un drošības prasības	
4.6.	spēt sazināties latviešu un angļu valodā	
4.7.	sagatavot prezentācijas materiālus un pasākumus un vadīt tos	
4.8.	noformēt lietišķos dokumentus	
4.9.	erudīcija un radoša pieeja darbam	
4.10.		

5. Valodu zināšanas

Nr.	Valoda	Vērtējums	Nr.	Valoda	Vērtējums
Programmēšanas valodas			Tīmekļa valodas un tehnoloģijas		
5.1.	Pascal		5.15.	HTML, XHTML	
5.2.	C, C++		5.16.	XML, XSL, XSLT, XLink, XPath	
5.3.	C#		5.17.	CSS, CSS2	
5.4.	Java		5.18.	JavaScript	
5.5.	Assembler		5.19.	VBScript	
5.6.	Lisp		5.20.	CGI	
5.7.	Prolog		5.21.	PHP, ASP	
5.8.	Python		5.22.	Macromedia Flash	
5.9.	Perl		5.23.	JSP	
5.10.	COBOL		5.24.	Servlets	
Vizuālās vides			Citas		
5.11.	Borland Delphi		5.25.		
5.12.	Visual C++, Borland C++ Builder		5.26.		
5.13.	Visual Basic		5.27.		
5.14.	Microsoft .Net		5.28.		

6. Tehnoloģiju un specializētas programmatūras zināšanas

Nr.	Tehnoloģija (programmatūra)	Vērtējums	Nr.	Tehnoloģija (programmatūra)	Vērtējums
6.1.	Datu bāzes pārvaldības sistēmas (Oracle, DB2, Informix, FoxPro)		6.12.	RAD (Rapid Application Development)	
6.2.	Datorgrafika (CorelDraw, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Quark xPress, Adobe Pagemaker, 3D Studio)		6.13.	ActiveX	
6.3.	Bezvadu tīkli		6.14.	ADO (Active Data Objects)	
6.4.	Tīklu drošības pasākumi		6.15.	UML (Unified Modeling Language)	
6.5.	JDBC (Java Database Connectivity)		6.16.	Rational Rose	
6.6.	EJB (Enterprise JavaBeans)		6.17.	Grade	
6.7.	ODBC (Open Database Connectivity)		6.18.	Programmatūras izstrādes pārvaldība (Microsoft Project, COCOMO rīki)	
6.8.	OLEBD (Object Linked and Embedded Database)		6.19.	ICE (Integrated Configuration Environment)	
6.9.	MDA (Model Driven Architecture).		6.20.	CRM (Customer Relationship Management)	
6.10.	COM (Component Object Model), DCOM (Distributed COM)		6.21.		
6.11.	CORBA (Common Object Request Broker Architecture)		6.22.		

7. Operētājsistēmu zināšanas

<i>Nr.</i>	<i>Operētājsistēma</i>	<i>Vērtējums</i>	<i>Nr.</i>	<i>Operētājsistēma</i>	<i>Vērtējums</i>
7.1.	Microsoft Windows		7.6.	OS/2 Warp	
7.2.	Unix		7.7	Novell NetWare	
7.3.	Linux		7.8	Sun Solaris	
7.4.	AIX		7.9.		
7.5.	MAC OS		7.10.		

Lūdzam arī norādīt ziņas par sevi:

Amats: **Augstskola, kuru beidzāt:**

Izglītība (norādiet arī zinātnisko grādu):

Kādas klases programmatūras izstrādē piedalījāties:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Sistēmas programmatūra | 4. Programmatūras rīki |
| 2. Klientservera programmatūra | 5. Tīmekļa programmatūra |
| 3. Datu bāzu sistēmas | 6. Uzskaites un biroja sistēmas |
- Citas _____

Vārds, uzvārds (vēlams norādīt): _____

e-mail _____

Vai Jūs būtu ar mieru vadīt studentu praksi uzņēmumā (jā vai nē): _____

PATEICAMIES PAR ATSAUCĪBU

3. pielikums. Darba devēju atbilžu koptabulas

Rādītājs	1. M.Zilbers			2. P.Rusakovs			3. G.Gansons		
	Punkti	Rangs	T ₁	Punkti	Rangs	T ₂	Punkti	Rangs	T ₃
1,1	3	5	6	10	1,5	6	8	2,5	6
1,2	5	4		9	3		9	1	
1,3	8	1,5		8	4		8	2,5	
1,4	8	1,5		10	1,5		7	4	
1,5	6	3		7	5		5	5	

Rādītājs	4. G.Bergmanis			5. J.Borzovs			6. L.Novickis		
	Punkti	Rangs	T ₄	Punkti	Rangs	T ₅	Punkti	Rangs	T ₆
1,1	6	4,5	12	8	3,5	12	7	3,5	12
1,2	8	2,5		8	3,5		7	3,5	
1,3	6	4,5		6	5		10	1,5	
1,4	10	1		10	1,5		10	1,5	
1,5	8	2,5		10	1,5		5	5	

Rādītājs	7. S. Bervjačonoks			8. H.Rjabovs			9. J.Grundspenķis		
	Punkti	Rangs	T ₇	Punkti	Rangs	T ₈	Punkti	Rangs	T ₉
1,1	8	2	30	8	3	6	9	1	6
1,2	8	2		10	1,5		8	2,5	
1,3	8	2		10	1,5		4	4	
1,4	6	4,5		6	4		8	2,5	
1,5	6	4,5		2	5		2	5	

Rādītājs	10. A.Teilāns			11. A.Ļuščevskis			12. B.Mišņevs		
	Punkti	Rangs	T ₁₀	Punkti	Rangs	T ₁₁	Punkti	Rangs	T ₁₂
1,1	9	1	6	8	2,5	12	8	1,5	12
1,2	8	2,5		10	1		8	1,5	
1,3	4	3		8	2,5		0	4,5	
1,4	8	2,5		7	4,5		8	3	
1,5	2	4		7	4,5		0	4,5	

Rādītājs	13. M.Bička			14. K.Apsītis			15. A.Dorosevičs			16. Ģ.Mamontovs		
	Punkti	Rangs	T ₁₃	Punkti	Rangs	T ₁₄	Punkti	Rangs	T ₁₅	Punkti	Rangs	T ₁₆
1,1	9	2,5	60	9	2,5	60	6	3,5	6	7	4	24
1,2	9	2,5		9	2,5		6	3,5		8	2	
1,3	9	2,5		9	2,5		10	1		8	2	
1,4	9	2,5		9	2,5		8	2		8	2	
1,5	5	5		7	5		0	4		6	5	

Rādītājs	1. M.Zilbers			2. P.Rusakovs			3. G.Gansons		
	Punkti	Rangs	T ₁	Punkti	Rangs	T ₂	Punkti	Rangs	T ₃
2,1	8	2	2400	10	3,5	1644	10	2	4632
2,2	7	9		8	19		10	2	
2,3	7	9		10	3,5		7	29	
2,4	8	2		9	10,5		9	11,5	
2,5	7	9		8	19		9	11,5	
2,6	8	2		6	30		8	23,5	
2,7	5	27		9	10,5		9	11,5	
2,8	6	19		10	3,5		8	23,5	
2,9	7	9		8	19		7	29	
2,10	5	27		9	10,5		9	11,5	
2,11	7	9		10	3,5		8	23,5	
2,12	7	9		10	3,5		9	11,5	
2,13	5	2		8	19		9	11,5	
2,14	6	19		9	10,5		8	24	
2,15	6	19		9	10,5		7	29	
2,16	7	9		8	19		9	11,5	
2,17	7	9		7	26,5		9	11,5	
2,18	7	9		7	26,5		8	23,5	
2,19	7	9		9	10,5		9	11,5	
2,20	5	27		9	10,5		8	23,5	
2,21	6	19		8	19		9	11,5	
2,22	6	19		7	26,5		9	11,5	
2,23	6	19		8	19		9	11,5	
2,24	6	19		7	26,5		9	11,5	
2,25	5	27		9	10,5		9	11,5	
2,26	6	19		8	19		9	11,5	
2,27	5	27		7	26,5		9	11,5	
2,28	7	9		7	26,5		8	23,5	
2,29	6	19		10	3,5		9	11,5	
2,30	5	27		8	19		10	2	

Rādītājs	4. G.Bergmanis			5. J.Borzovs			6. L.Novickis		
	Punkti	Rangs	T ₄	Punkti	Rangs	T ₅	Punkti	Rangs	T ₆
2,1	6	19,5	2370	10	3	1074	10	1	3102
2,2	5	27		4	29,5		9	12	
2,3	6	19,5		7	19,5		10	2	
2,4	8	6,5		8	15		8	24	
2,5	6	19,5		6	25,5		7	26	
2,6	7	13		6	25,5		9	13	
2,7	8	6,5		6	25,5		8	25	
2,8	6	19,5		8	15		9	14	
2,9	6	19,5		7	19,5		9	15	
2,10	6	19,5		8	15		7	27	
2,11	8	6,5		9	9,5		9	16	
2,12	8	6,5		9	9,5		10	3	
2,13	6	19,5		7	19,5		6	30	
2,14	7	15		7	19,5		7	28	
2,15	7	15		7	19,5		9	17	
2,16	8	6,5		9	9,5		10	4	
2,17	8	6,5		6	25,5		10	5	
2,18	8	6,5		7	19,5		10	6	
2,19	8	6,5		9	9,5		10	7	
2,20	8	6,5		9	9,5		9	18	
2,21	8	6,5		10	3		10	8	
2,22	7	15		9	9,5		10	9	
2,23	5	27		10	3		10	10	
2,24	5	27		10	3		9	19	
2,25	4	29,5		10	3		9	20	
2,26	4	29,5		4	29,5		9	21	
2,27	8	6,5		6	25,5		9	22	
2,28	8	6,5		6	25,5		9	23	
2,29	7	15		9	9,5		10	11	
2,30	6	19,5		9	9,5		7	29	

Rādītājs	7. S. Bervjačonoks			8. H.Rjabovs			9. J.Grundspenķis		
	Punkti	Rangs	T ₇	Punkti	Rangs	T ₈	Punkti	Rangs	T ₉
2,1	10	3,5	1086	10	8,5	4350	10	3	1290
2,2	7	20,5		8	19,5		8	12	
2,3	7	20,5		10	8,5		4	26	
2,4	10	3,5		10	8,5		4	26	
2,5	10	3,5		10	8,5		4	26	
2,6	10	3,5		10	8,5		6	19	
2,7	8	14,5		6	23		8	14	
2,8	8	14,5		8	19,5		6	19	
2,9	8	14,5		8	19,5		9	8,5	
2,10	6	27		5	29		4	26	
2,11	8	14,5		10	8,5		10	3	
2,12	8	14,5		6	24		10	3	
2,13	6	27		6	25		8	14	
2,14	7	20,5		7	22		8	14	
2,15	8	14,5		10	7		8	14	
2,16	6	27		10	8,5		9	8,5	
2,17	9	9		10	8,5		4	26	
2,18	9	9		10	8,5		10	3	
2,19	6	27		8	19,5		9	8,5	
2,20	9	9		10	8,5		9	8,5	
2,21	10	3,5		10	8,5		6	19	
2,22	10	3,5		10	8,5		10	3	
2,23	6	27		10	8,5		4	26	
2,24	6	27		10	8,5		4	26	
2,25	7	20,5		6	25,5		9	8,5	
2,26	6	27		6	25,5		6	19	
2,27	9	9		8	19,5		6	19	
2,28	7	20,5		10	8,5		9	8,5	
2,29	9	11		6	25,5		4	26	
2,30	7	20,5		2	30		4	26	

Rādītājs	10. A.Teilāns			11. A.Ļuščevskis			12. B.Mišņevs		
	Punkti	Rangs	T ₁₀	Punkti	Rangs	T ₁₁	Punkti	Rangs	T ₁₂
2,1	7	8	978	10	4	2322	8	14	19680
2,2	4	26		5	30		8	14	
2,3	6	10		7	26,6		8	14	
2,4	5	21		8	17,5		8	14	
2,5	5	21		9	9,5		8	14	
2,6	5	21		8	17,5		8	14	
2,7	9	1,5		10	4		8	14	
2,8	7	8		10	4		8	14	
2,9	5	21		10	4		8	14	
2,10	6	13,5		8	17,5		8	14	
2,11	8	4,5		10	5		8	14	
2,12	8	4,5		9	9,5		8	14	
2,13	6	12		7	26,5		8	14	
2,14	7	8		8	17,5		8	14	
2,15	9	1,5		8	17,5		8	14	
2,16	8	4,5		10	4		8	14	
2,17	8	4,5		10	4		8	14	
2,18	5	21		8	17,5		8	14	
2,19	6	13,5		7	26,5		8	14	
2,20	6	13,5		7	26,5		8	14	
2,21	6	13,5		8	17,5		8	14	
2,22	6	13,5		9	9,5		8	14	
2,23	5	21		8	17,5		8	14	
2,24	3	29		8	17,5		8	14	
2,25	6	13,5		7	26,5		8	14	
2,26	3	29		7	26,5		0	29	
2,27	4	26		8	17,5		8	14	
2,28	4	26		8	17,5		8	14	
2,29	5	21		9	9,5		0	29	
2,30	3	29		8	17,5		0	29	

Rādītājs	13. M.Bička			14. K.Apsītis			15. A. Dorosevičs			16. Ģ.Mamontovs		
	Punkti	Rangs	T ₁₃	Punkti	Rangs	T ₁₄	Punkti	Rangs	T ₁₅	Punkti	Rangs	T ₁₆
2,1	10	5,5	1698	10	3,5	1746	10	3	1176	8	6,5	3210
2,2	10	5,5		5	24		7	21		6	23	
2,3	10	5,5		10	3,5		10	3		7	13	
2,4	10	5,5		9	10		9	9,5		8	6,5	
2,5	9	14,5		5	26,5		8	17		6	26,5	
2,6	9	14,5		5	26,5		8	17		6	26,5	
2,7	10	5,5		5	26,5		8	17		6	26,5	
2,8	9	14,5		7	18,5		9	9,5		7	17,5	
2,9	9	14,5		7	18,5		6	27,5		7	17,5	
2,10	8	21		3	30		5	29		8	6,5	
2,11	10	5,5		7	18,5		7	23,5		8	6,5	
2,12	7	25		9	10		10	3		8	6,5	
2,13	7	25		5	26,5		6	27,5		8	6,5	
2,14	8	21		5	26,5		9	9,5		8	6,5	
2,15	10	5,5		7	18,5		9	9,5		8	6,5	
2,16	9	14,5		9	10		9	9,5		6	26,5	
2,17	9	14,5		10	3,5		9	9,5		8	6,5	
2,18	10	5,5		7	18,5		10	3		8	6,5	
2,19	10	5,5		9	10		7	23,5		7	17,5	
2,20	9	14,5		9	10		7	23,5		7	17,5	
2,21	7	25		10	3,5		8	17		8	6,5	
2,22	8	28,5		9	10		10	3		8	6,5	
2,23	6	28,5		10	3,5		7	23,5		7	17,5	
2,24	6	28,5		10	3,5		7	23,5		7	17,5	
2,25	6	29		7	18,5		9	9,5		7	17,5	
2,26	10	5,5		7	18,5		9	9,5		7	17,5	
2,27	8	21		7	18,5		8	17		7	17,5	
2,28	9	14,5		7	18,5		8	17		6	26,5	
2,29	8	21		9	10		8	17		6	26,5	
2,30	6	28,5		7	18,5		4	30		6	26,5	

Rādītājs	1. M.Zilbers			2. P.Rusakovs			3. G.Gansons		
	Punkti	Rangs	T ₁	Punkti	Rangs	T ₂	Punkti	Rangs	T ₃
3,1	7	3,5	18	10	2,5	66	9	3,5	210
3,2	5	7		10	2,5		8	7	
3,3	8	1,5		9	5,5		9	3,5	
3,4	6	5,5		10	2,5		9	3,5	
3,5	8	1,5		8	7		9	3,5	
3,6	6	5,5		10	2,5		9	3,5	
3,7	7	3,5		9	5,5		9	3,5	

Rādītājs	4. G.Bergmanis			5. J.Borzovs			6. L.Novickis		
	Punkti	Rangs	T ₄	Punkti	Rangs	T ₅	Punkti	Rangs	T ₆
3,1	7	4	120	10	1	24	8	5,5	18
3,2	7	4		9	3		10	1,5	
3,3	8	1		9	3		9	3,5	
3,4	7	4		9	3		9	3,5	
3,5	7	4		7	5		10	1,5	
3,6	6	7		6	6		8	5,5	
3,7	7	4		5	7		3	7	

Rādītājs	7. S. Bervjačonoks			8. H.Rjabovs			9. J.Grundspenķis		
	Punkti	Rangs	T ₇	Punkti	Rangs	T ₈	Punkti	Rangs	T ₉
3,1	8	5	30	10	2,5	60	10	1,5	18
3,2	10	1,5		10	2,5		10	1,5	
3,3	8	5		10	2,5		8	3	
3,4	9	5		7	6		6	4,5	
3,5	6	7		3	7		6	4,5	
3,6	8	5		10	2,5		4	6,5	
3,7	10	1,5		8	5		4	6,5	

Rādītājs	10. A.Teilāns			11. A.Pļuščevskis			12. B.Mišņevs		
	Punkti	Rangs	T ₁₀	Punkti	Rangs	T ₁₁	Punkti	Rangs	T ₁₂
3,1	8	3,5	12	10	1,5	18	8	4	336
3,2	8	3,5		10	1,5		8	4	
3,3	6	5,5		8	4,5		8	4	
3,4	6	5,5		8	4,5		8	4	
3,5	1	7		9	3		8	4	
3,6	10	1		7	6,5		8	4	
3,7	9	2		7	6,5		8	4	

Rādītājs	13. M.Bička			14. K.Apsītis			15. A. Doroševics			16. Ģ.Mamontovs		
	Punkti	Rangs	T ₁₃	Punkti	Rangs	T ₁₄	Punkti	Rangs	T ₁₅	Punkti	Rangs	T ₁₆
3,1	9	3	66	9	2	84	10	1,5	30	7	5,5	66
3,2	10	1,5		9	2		10	1,5		8	2,5	
3,3	10	1,5		9	2		9	4		8	2,5	
3,4	8	5,5		7	5,5		9	4		7	5,5	
3,5	8	5,5		7	5,5		4	7		6	7	
3,6	8	5,5		7	5,5		8	6		8	2,5	
3,7	8	5,5		7	5,5		9	4		8	2,5	

Rādītājs	1. M.Zilbers			2. P.Rusakovs			3. G.Gansons		
	Punkti	Rangs	T ₁	Punkti	Rangs	T ₂	Punkti	Rangs	T ₃
4,1	7	3	48	8	4	216	7	7	72
4,2	4	9		8	5		9	2,2	
4,3	7	3		10	1,5		8	5,5	
4,4	8	1		9	3		9	2,5	
4,5	5	6		8	6		9	2,5	
4,6	5	7		8	7		9	2,5	
4,7	5	8		8	8		7	8	
4,8	6	5		8	9		8	5,5	
4,9	7	3		10	1,5		6	9	

Rādītājs	4. G.Bergmanis			5. J.Borzovs			6. L.Novickis		
	Punkti	Rangs	T ₄	Punkti	Rangs	T ₅	Punkti	Rangs	T ₆
4,1	7	5	90	10	3	126	7	5	66
4,2	8	2,2		10	3		8	2,5	
4,3	7	6,5		6	7,5		8	2,5	
4,4	8	2,5		10	3		8	2,5	
4,5	8	2,5		10	3		6	6,5	
4,6	8	2,5		10	3		6	6,5	
4,7	6	8,5		8	6		3	9	
4,8	7	6,5		6	7,5		8	2,5	
4,9	6	8,5		4	9		4	8	

Rādītājs	7. S. Bervjačonoks			8. H.Rjabovs			9. J.Grundspenķis		
	Punkti	Rangs	T ₇	Punkti	Rangs	T ₈	Punkti	Rangs	T ₉
4,1	7	6,5	36	2	9	36	4	6,5	84
4,2	9	2		5	8		4	6,5	
4,3	8	4		6	6,5		6	4	
4,4	7	6,5		10	2		8	2	
4,5	10	1		10	2		1	9	
4,6	8	4		7	4,5		8	2	
4,7	6	8,5		6	6,5		4	6,5	
4,8	6	8,5		10	2		8	2	
4,9	8	4		7	4,5		4	6,5	

Rādītājs	10. A.Teilāns			11. A.Pļuščevskis			12. B.Mišņevs		
	Punkti	Rangs	T ₁₀	Punkti	Rangs	T ₁₁	Punkti	Rangs	T ₁₂
4,1	6	5,5	90	8	6,5	42	8	5	720
4,2	6	5,5		7	8,5		8	5	
4,3	6	5,5		9	4		8	5	
4,4	8	2		9	4		8	5	
4,5	8	2		9	4		8	5	
4,6	8	2		10	1,5		8	5	
4,7	5	8,5		10	1,5		8	5	
4,8	6	5,5		8	6,5		8	5	
4,9	5	8,5		7	8,5		8	5	

Rādītājs	13. M.Bička			14. K.Apsītis			15. A.Dorosevičs			16. Ģ.Mamontovs		
	Punkti	Rangs	T ₁₃	Punkti	Rangs	T ₁₄	Punkti	Rangs	T ₁₅	Punkti	Rangs	T ₁₆
4,1	6	6,5	132	9	3,5	234	7	5	66	8	4,5	66
4,2	8	3		9	3,5		8	2,5		8	4,5	
4,3	6	6,5		7	8		8	2,5		6	8,5	
4,4	8	3		7	8		8	2,5		8	4,5	
4,5	8	3		7	8		6	6,5		9	2	
4,6	8	3		9	3,5		6	6,5		10	1	
4,7	5	8,5		9	3,5		3	9		7	7	
4,8	5	9		9	3,5		8	2,5		6	8,5	
4,9	8	3		9	3,5		4	8		8	4,5	

Rādītājs	1. M.Zilbers			2. P.Rusakovs			3. G.Gansons		
	Punkti	Rangs	T ₁	Punkti	Rangs	T ₂	Punkti	Rangs	T ₃
5,1	0	24,5	444	5	17	516	2	23,5	396
5,2	8	6		10	1		7	8	
5,3	9	2		6	12,5		4	17	
5,4	8	6		9	4		9	1,5	
5,5	5	15,5		5	17		4	17	
5,6	0	24,5		3	24		2	23,5	
5,7	2	19		4	22		2	23,5	
5,8	1	21,5		8	7		3	20,5	
5,9	1	21,5		5	17		5	12	
5,10	1	21,5		2	25		4	17	
5,11	5	15,5		4	22		2	23,5	
5,12	5	15,5		7	10,5		9	1,5	
5,13	8	6		6	12,5		7	8	
5,14	9	2		8	7		8	4,5	
5,15	9	2		9	4		8	4,5	
5,16	7	10		9	4		7	8	
5,17	7	10		9	4		5	12	
5,18	8	6		9	6		5	12	
5,19	8	6		7	10,5		4	17	
5,20	5	15,5		5	17		5	12	
5,21	7	10		8	7		5	12	
5,22	6	12		5	17		4	17	
5,23	5	15,5		5	17		8	4,5	
5,24	5	15,5		5	17		8	4,5	
5,25	1	21,5		4	22		3	20,5	

Rādītājs	4. G.Bergmanis			5. J.Borzovs			6. L.Novickis		
	Punkti	Rangs	T ₄	Punkti	Rangs	T ₅	Punkti	Rangs	T ₆
5,1	4	24	1872	4	23	450	10	3	366
5,2	6	7,5		8	5		10	3	
5,3	7	2		6	14		6	16,5	
5,4	7	2		10	1,5		8	11,5	
5,5	5	17		6	14		6	16,5	
5,6	4	24		4	23		3	25	
5,7	4	24		4	23		4	23,5	
5,8	5	17		7	9		7	14	
5,9	6	7,5		7	9		6	16,5	
5,10	5	17		4	23		5	20,5	
5,11	5	17		5	18,5		9	7,5	
5,12	6	7,5		8	5		10	3	
5,13	6	7,5		9	3		8	11,5	
5,14	7	2		8	5		8	11,5	
5,15	6	7,5		7	9		10	3	
5,16	6	7,5		7	9		9	7,5	
5,17	5	17		6	14		9	7,5	
5,18	6	7,5		7	9		9	7,5	
5,19	5	17		6	14		8	11,5	
5,20	5	17		6	14		6	16,5	
5,21	6	7,5		10	1,5		10	3	
5,22	5	17		5	18,5		5	20,5	
5,23	5	17		5	18,5		5	20,5	
5,24	5	17		5	18,5		5	20,5	
5,25	5	17		4	23		4	23,5	

Rādītājs	7. S. Bervjačonoks			8. H.Rjabovs			9. J.Grundspenķis		
	Punkti	Rangs	T ₇	Punkti	Rangs	T ₈	Punkti	Rangs	T ₉
5,1	0	23,5	516	7	8,5	546	10	1,5	630
5,2	8	7,5		10	1		10	1,5	
5,3	6	13		7	8,5		5	18	
5,4	10	1		8	3,5		8	6,5	
5,5	5	16,5		7	8,5		8	6,5	
5,6	0	23,5		0	23,5		6	16	
5,7	0	23,5		0	23,5		6	16	
5,8	7	11,5		6	14,5		4	19,5	
5,9	7	11,5		6	14,5		6	16	
5,10	5	16,5		3	19,5		4	19,5	
5,11	5	16,5		8	3,5		8	6,5	
5,12	8	7,5		8	3,5		8	6,5	
5,13	9	3		2	21		8	6,5	
5,14	8	7,5		7	8,5		8	6,5	
5,15	9	3		6	14,5		8	6,5	
5,16	9	3		8	3,5		8	6,5	
5,17	8	7,5		6	14,5		3	21,5	
5,18	8	7,5		6	14,5		7	12,5	
5,19	8	7,5		3	19,5		7	12,5	
5,20	5	16,5		6	14,5		2	24	
5,21	5	16,5		7	8,5		7	12,5	
5,22	4	20,5		0	23,5		7	12,5	
5,23	4	20,5		5	18		3	21,5	
5,24	5	16,5		7	8,5		2	24	
5,25	0	23,5		0	23,5		2	24	

Rādītājs	10. A.Teilāns			11. A.Pļuščevskis			12. M.Bička		
	Punkti	Rangs	T ₁₀	Punkti	Rangs	T ₁₁	Punkti	Rangs	T ₁₂
5,1	5	20,5	504	9	3,5	630	3	18	504
5,2	9	1		9	3,5		5	15	
5,3	7	9,5		7	11,5		9	5,5	
5,4	8	4		8	8,5		6	10	
5,5	6	15,5		6	13,5		3	21	
5,6	0	24		5	18		3	21	
5,7	0	24		5	18		3	21	
5,8	7	9,5		5	18		3	21	
5,9	6	15,5		7	11,5		3	21	
5,10	5	20,5		5	18		3	21	
5,11	6	15,5		9	3,5		6	11,5	
5,12	7	9,5		9	3,5		6	11,5	
5,13	8	4		9	3,5		6	11,5	
5,14	6	15,5		8	8,5		8	8	
5,15	8	4		9	3,5		10	2	
5,16	7	9,5		8	8,5		10	2	
5,17	7	9,5		8	8,5		9	5,5	
5,18	8	4		5	18		9	5,5	
5,19	7	9,5		5	18		9	5,5	
5,20	5	20,5		5	18		7	9	
5,21	8	4		6	13,5		10	2	
5,22	5	20,5		3	24,5		4	17	
5,23	6	15,5		4	22,5		5	15	
5,24	6	18		4	22,5		5	15	
5,25	0	24		3	24,5		2	25	

Rādītājs	13. K.Apsītis			14. A.Dorosevičs			15. Ģ.Mamontovs		
	Punkti	Rangs	T ₁₃	Punkti	Rangs	T ₁₄	Punkti	Rangs	T ₁₅
5,1	5	19	1104	8	4	630	6	15,5	822
5,2	9	4		8	4		8	3,5	
5,3	7	11		6	13		6	15,5	
5,4	9	4		8	4		8	3,5	
5,5	7	11		5	16		5	20,5	
5,6	7	11		0	24		4	24,5	
5,7	7	11		0	24		5	20,5	
5,8	5	19		6	13		7	10	
5,9	5	19		6	13		6	15,5	
5,10	3	24		5	17		5	20,5	
5,11	5	19		4	21,5		7	10	
5,12	7	11		8	4		8	3,5	
5,13	5	19		4	21,5		8	3,5	
5,14	5	19		6	13		7	10	
5,15	10	1		8	4		8	3,5	
5,16	9	4		7	9		7	10	
5,17	7	11		7	9		7	10	
5,18	7	11		8	4		8	3,5	
5,19	5	19		7	9		7	10	
5,20	3	24		5	18		5	20,5	
5,21	7	11		8	4		7	10	
5,22	3	24		5	19		5	20,5	
5,23	9	4		6	13		6	15,5	
5,24	9	4		5	20		5	20,5	
5,25	7	11		0	24		4	24,5	

Rādītājs	1. M.Zilbers			2. P.Rusakovs			3. G.Gansons		
	Punkti	Rangs	T ₁	Punkti	Rangs	T ₂	Punkti	Rangs	T ₃
6,1	9	1	258	9	1,5	420	8	6,5	210
6,2	4	16,5		7	7,5		5	16	
6,3	5	12		5	13		6	14	
6,4	5	12		6	9		7	10,5	
6,5	6	8,5		5	13		9	2,5	
6,6	6	8,5		5	13		9	2,5	
6,7	8	3,5		7	7,5		9	2,5	
6,8	8	3,5		5	13		8	6,5	
6,9	5	12		8	4,5		6	14	
6,10	8	3,5		4	17,5		9	2,5	
6,11	5	12		4	17,5		3	18	
6,12	7	6,5		8	4,5		7	10,5	
6,13	7	6,5		5	13		7	10,5	
6,14	8	3,5		8	4,5		8	6,5	
6,15	5	12		9	1,5		8	6,5	
6,16	2	19,5		5	13		7	10,5	
6,17	2	19,5		5	13		2	19,5	
6,18	4	16,5		8	4,5		6	14	
6,19	4	16,5		2	19,5		2	19,5	
6,20	4	16,5		2	19,5		4	17	

Rādītājs	4. G.Bergmanis			5. J.Borzovs			6. L.Novickis		
	Punkti	Rangs	T ₄	Punkti	Rangs	T ₅	Punkti	Rangs	T ₆
6,1	7	3	960	9	2	486	10	1,5	582
6,2	5	14		6	12		6	17,5	
6,3	5	14		7	9,5		7	13	
6,4	6	9,5		6	15		6	17,5	
6,5	6	9,5		8	5,5		8	8	
6,6	6	9,5		9	2		7	13	
6,7	5	14		6	15		8	8	
6,8	5	14		6	15		8	8	
6,9	5	14		8	5,5		9	3,5	
6,10	5	14		6	15		7	13	
6,11	5	14		6	15		6	17,5	
6,12	7	3		8	5,5		10	1,5	
6,13	7	3		7	9,5		8	8	
6,14	6	9,5		7	9,5		8	8	
6,15	7	3		9	2		9	3,5	
6,16	7	3		5	19,5		6	17,5	
6,17	6	9,5		6	15		6	17,5	
6,18	6	9,5		8	5,5		8	8	
6,19	6	9,5		5	19,5		6	17,5	
6,20	6	9,5		7	9,5		8	8	

Rādītājs	7. S. Bervjačonoks			8. H.Rjabovs			9. J.Grundspeņķis		
	Punkti	Rangs	T ₇	Punkti	Rangs	T ₈	Punkti	Rangs	T ₉
6,1	9	2	420	10	2	240	10	1	450
6,2	6	12,5		2	20		8	3	
6,3	7	8		7	13,5		5	15	
6,4	6	12,5		8	9		5	15	
6,5	9	2		8	9		4	18,5	
6,6	9	2		9	5		6	10	
6,7	5	17,5		10	2		4	18,5	
6,8	5	17,5		9	5		6	10	
6,9	8	4,5		9	5		6	10	
6,10	7	8		7	13,5		5	15	
6,11	6	12,5		8	9		7	5,5	
6,12	7	8		8	9		6	10	
6,13	7	8		7	13,5		6	10	
6,14	7	8		7	13,5		8	3	
6,15	6	12,5		10	2		8	3	
6,16	5	17,5		5	16,5		6	10	
6,17	5	17,5		5	16,5		6	10	
6,18	8	4,5		8	9		7	5,5	
6,19	5	17,5		4	18,5		4	18,5	
6,20	5	17,5		4	18,5		4	18,5	

Rādītājs	10. A.Teilāns			11. A.Pļuščevskis			12. B.Mišņevs		
	Punkti	Rangs	T ₁₀	Punkti	Rangs	T ₁₁	Punkti	Rangs	T ₁₂
6,1	8	1	1446	9	1	774	8	9	4920
6,2	5	14		6	15,5		0	19	
6,3	6	6		7	8,5		0	19	
6,4	6	6		5	20		0	19	
6,5	5	14		7	8,5		8	9	
6,6	6	6		6	15,5		8	9	
6,7	5	14		8	3,5		8	9	
6,8	5	14		7	8,5		8	9	
6,9	7	2,5		7	8,5		8	9	
6,10	5	14		8	3,5		8	9	
6,11	6	6		7	8,5		8	9	
6,12	5	14		7	8,5		8	9	
6,13	5	14		6	15,5		8	9	
6,14	5	14		6	15,5		8	9	
6,15	6	6		8	3,5		8	9	
6,16	5	14		6	15,5		8	9	
6,17	5	14		6	15,5		8	9	
6,18	7	2,5		8	3,5		8	9	
6,19	2	20		6	15,5		8	9	
6,20	5	14		6	15,5		8	9	

Rādītājs	13. M.Bička			14. K.Apsītis			15. A.Dorosevičs			16. Ģ.Mamontovs		
	Punkti	Rangs	T ₁₃	Punkti	Rangs	T ₁₄	Punkti	Rangs	T ₁₅	Punkti	Rangs	T ₁₆
6,1	10	1	1032	10	1	1014	8	1	2250	10	1	306
6,2	2	19,5		7	7,5		4	14		5	18,5	
6,3	2	19,5		7	7,5		5	5,5		8	5,5	
6,4	5	14,5		7	7,5		5	5,5		7	10	
6,5	8	6,5		9	2,5		5	5,5		6	14,5	
6,6	8	6,5		7	7,5		4	14		8	5,5	
6,7	8	6,5		5	15,5		4	14		6	14,5	
6,8	8	6,5		3	20		4	14		6	14,5	
6,9	8	6,5		7	7,5		6	2,5		9	2,5	
6,10	8	6,5		5	15,5		4	14		8	5,5	
6,11	6	12,5		7	7,5		4	14		6	14,5	
6,12	8	6,5		7	7,5		4	14		7	10	
6,13	8	6,5		5	15,5		4	14		7	10	
6,14	8	6,5		5	15,5		4	16		7	10	
6,15	8	6,5		9	2,5		5	5,5		9	2,5	
6,16	5	14,5		5	15,5		4	14		5	18,5	
6,17	3	17		5	15,5		4	14		5	18,5	
6,18	6	12,5		5	15,5		6	2,5		8	5,5	
6,19	3	17		5	15,5		4	14		7	10	
6,20	3	17		7	7,5		4	14		5	18,5	

Rādītājs	1. M.Zilbers			2. P.Rusakovs			3. G.Gansons		
	Punkti	Rangs	T ₁	Punkti	Rangs	T ₂	Punkti	Rangs	T ₃
7,1	9	1	24	9	1	12	9	1	36
7,2	8	2		7	2,5		8	2,5	
7,3	7	3		7	2,5		8	2,5	
7,4	3	7		2	8		6	5	
7,5	3	7		3	6,5		5	7,5	
7,6	3	7		3	6,5		5	7,5	
7,7	6	4		6	4		6	5	
7,8	5	5		5	5		6	5	

Rādītājs	4. G.Bergmanis			5. J.Borzovs			6. L.Novickis		
	Punkti	Rangs	T ₄	Punkti	Rangs	T ₅	Punkti	Rangs	T ₆
7,1	8	1,5	24	9	1,5	30	10	1	30
7,2	7	3,5		8	3		6	4	
7,3	8	1,5		9	1,5		8	2	
7,4	7	3,5		6	5		4	7,5	
7,5	4	7,5		4	8		4	7,5	
7,6	4	7,5		6	5		6	4	
7,7	5	5,5		6	5		6	4	
7,8	5	5,5		5	7		5	6	

Rādītājs	7. S. Bervjačonoks			8. H.Rjabovs			9. J.Grundspenķis		
	Punkti	Rangs	T ₇	Punkti	Rangs	T ₈	Punkti	Rangs	T ₉
7,1	10	1	12	8	4	36	10	1	12
7,2	7	2,5		10	1,5		8	2,5	
7,3	7	2,5		10	1,5		8	2,5	
7,4	3	6,5		8	4		2	7,5	
7,5	3	6,5		2	7,5		4	6	
7,6	0	8		2	7,5		2	7,5	
7,7	6	4		7	6		5	5	
7,8	4	5		8	4		6	4	

Rādītājs	10. A.Teilāns			11. A.Pļuščevskis			12. B.Mišņevs		
	Punkti	Rangs	T ₁₀	Punkti	Rangs	T ₁₁	Punkti	Rangs	T ₁₂
7,1	8	2	30	9	1	126	8	4,5	504
7,2	8	2		8	2		8	4,5	
7,3	8	2		8	3		8	4,5	
7,4	4	6,5		5	6		8	4,5	
7,5	4	6,5		5	6		8	4,5	
7,6	3	8		5	6		8	4,5	
7,7	6	4		5	6		8	4,5	
7,8	5	5		5	6		8	4,5	

Rādītājs	13. M.Bička			14. K.Apsītis			15. A.Dorosevičs			16. Ģ.Mamontovs		
	Punkti	Rangs	T ₁₃	Punkti	Rangs	T ₁₄	Punkti	Rangs	T ₁₅	Punkti	Rangs	T ₁₆
7,1	9	1	120	9	1,5	84	7	1	336	8	2	36
7,2	6	3		9	1,5		4	5		8	2	
7,3	7	2		9	3		4	5		8	2	
7,4	3	6		3	6,5		4	5		6	4,5	
7,5	3	6		3	6,5		4	5		4	7,5	
7,6	3	6		3	6,5		4	5		4	7,5	
7,7	3	6		3	6,5		4	5		6	4,5	
7,8	3	6		5	4		4	5		5	6	

4. pielikums. Kurss „Programmatūras implementēšana”

Mācību priekšmets: **PROGRAMMATŪRAS INŽENIERIJA (Programmatūras izstrādes tehnoloģija)**

Tēma: **Programmatūras implementēšana**

Autore: J.Bule

MO_ID = 1 (MOI)

MOI kadra tips	Main
Kadrs-priekštecis	-
MOI kadra ID ref.	-
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	y

Vārdnīcas* definīcijas:

Implementēšana (angļu valodā *Implementation*, krievu valodā *Реализация*) ir „abstrakta shēmas vai algoritma apraksta konkrēts īstenojums”. Programmatūras implementēšana sākas ar moduļu implementēšanu, kas ir saistīta ar programmēšanu.

Programmēšana (angļu valodā *Programming*, krievu valodā *Программирование*) ir „Programmu sastādīšana datoram. Programmēšana ietver problēmas risināšanas algoritma detalizēšanu un tā pierakstu attiecīgajā programmēšanas valodā, datu struktūras izvēli un to kodēšanu, kā arī sastādītās programmas atklūdošanu”.

Kodēšana (angļu valodā *Coding*, krievu valodā *Кодировка*) ir „programmu sastādīšana programmēšanas valodā”.

* Angļu – latviešu – krievu informātikas vārdnīca. Datori, datu apstrāde un pārraide. – Rīga : Avots, 2001. – 661 lpp.

MO_ID = 2 (MOI)

MOI kadra tips	Main
Kadrs-priekštecis	1
MOI kadra ID ref.	-
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	y

Moduļu implementēšanas etapi:

1. **Programmēšanas valodas izvēle** -> Parasti ir nosacīta ar pasūtītāja prasībām. Un ietekmē programmatūras izstrādi, funkcionalitātes nodrošināšanu.
2. **Moduļu ārējo specifiku projektēšana** -> Nosaka moduļu savstarpējās saites, kuras attēlo katra moduļa ārējā specifikācijā. Specifikācija ietver ziņas, kas ir vajadzīgas citiem moduļiem, lai izsauktu specifificējamo.
3. **Moduļu ārējo specifiku pareizības pārbaude** -> Notiek, ievērojot programmas modulāro struktūru un apspriedē ar citiem izstrādātājiem, kas piedalās projektā.
4. **Algoritma un datu struktūras izvēle** -> Šajā etapā izvēlās piemērotāko algoritmu.
5. **Moduļa sākuma un beigu noformēšana** -> Balstoties uz specifikāciju un izvēlētās programmēšanas valodas notācijām, noformē moduļa sākumu un beigas
6. **Parametru apraksts** -> Ievērojot programmēšanas valodā izmantojamus operatorus, pieraksta parametrus un to tipus
7. **Datu apraksts** -> Nosaka visus datus, kas tiks izmantoti modulī
8. **Programmas teksta detalizēšana** -> Moduļa loģikas detalizēšanai izmanto metodi no „augšas uz leju” un strukturēto programmēšanu.
9. **Programmas teksta galīgā noformēšana** -> Pārbauda un nepieciešamības gadījumā uzlabo programmas tekstu (piemēram, pievieno komentārus).
10. **Programmas pareizības pārbaude** -> Pārbauda programmas loģiku, izmantojot caurskatīšanu un trasēšanu.
11. **Moduļa kompilācija** -> Pārbauda programmas sintaksi un rezultātu pareizību.

[detalizētāk]

MO_ID = 3 (MOI)

MOI kadra tips	Exp (paskaidrojums)
Kadrs-priekštecis	-
MOI kadra ID ref.	2
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

1. **Programmēšanas valodas izvēle.** Programmēšanas valodas izvēle bieži ir nosacīta ar pasūtītāja rīcībā esošiem aparatūras resursiem, pieņemtiem organizācijas standartiem un programmētāju sagatavotību. Programmēšanas valodu parasti izvēlas programmatūras izstrādes sākuma posmos. Pasūtītājs arī var pieprasīt izmantot noteiktu valodu. Ja tas nav izdarīts, tad programmētājs pats izvēlas programmēšanas valodu šajā etapā, pamatojoties uz uzdevuma īpašībām, ievērojot kompilatora un izstrādes rīku esamību utt. Jāatceras, ka valodas izvēle būtiski ietekmē programmatūras izstrādi.

2. **Moduļu ārējo specifiku projektēšana.** Šis etaps parasti ir projektēšanas procesa pēdējais posms, kas bieži pārklājas ar implementēšanas posmu. Etapā nosaka moduļu savstarpējās saites (starpmoduļu saskarne), kuras attēlo katra moduļa ārējā specifikācijā. Specifikācija ietver ziņas, kas ir vajadzīgas citiem moduļiem, lai izsauktu specifificējamo. Specifikācijā nedrīkst iekļaut informāciju par moduļa iekšējo struktūru un uzbūvi, par realizējamā algoritma īpatnībām [*detalizētāk*].

3. **Moduļu ārējo specifiku pareizības pārbaude.** Katra moduļa specifikācijas pareizība jāpārbauda, izmantojot programmas modulāro struktūru, kura iegūta projektēšanas posmā, kā arī apspriežot specifikāciju ar citiem programmētājiem, kuri izstrādā saķēdētos ar izskatāmo moduļus.

4. **Algoritma un datu struktūras izvēle.** Pašlaik daudz algoritmu un datu struktūru ir aprakstītas grāmatās un žurnālos. Tāpēc šajā etapā parasti analizē un salīdzina vairākus uzdevuma risināšanai piemērotus algoritmus un izvēlas vispiemērotāko. Protams, ja vajadzīgais algoritms nav atrodams, tas, kā arī datu struktūra jāizstrādā.

5. **Moduļa sākuma un beigu noformēšana.** Šajā etapā, izmantojot ārējo specifikāciju, noformē moduļa sākumu un beigas ar atbilstošām konstrukcijām attiecīgajā programmēšanas valodā.

6. **Parametru apraksts.** Pieraksta apraksta operatorus programmēšanas valodā, kuri nosaka parametru tipus un citus atribūtus. Visu parametru tips un citi atribūti obligāti jāapraksta.

7. **Datu apraksts.** Visus mainīgos, masīvus, objektus utt., kurus plāno izmantot modulī, apraksta ar programmēšanas valodas operatoru palīdzību. Paredzēt visus vajadzīgos datus ne vienmēr izdodas pirmajā reizē, tāpēc aprakstu parasti papildina arī turpmākajos etapos.

8. **Programmas teksta detalizēšana.** Moduļa loģikas detalizēšanai izmanto metodi no „augšas uz leju” un strukturēto programmēšanu. Detalizēšanas process turpinās, līdz katru moduļa sastāvdaļu varēs pierakstīt vienā vai divos programmēšanas valodas operatoros.

9. **Programmas teksta galīgā noformēšana.** Moduļa tekstu pārbauda pēdējo reizi, kā arī papildina ar komentāriem, ja iepriekšējā etapā tekstā ievietoto komentāru skaits nav pietiekams.

10. **Programmas pareizības pārbaude.** Moduļa loģikas pareizību pārbauda „ar rokām”, izmantojot caurskatīšanas, pārbaudes un/vai trasēšanas metodes.

11. **Moduļa kompilācija.** Etapā sākas moduļa pārbaude ar datoru. Šo etapu var uzskatīt vienlaicīgi par kodēšanas pēdējo un atklādošanas pirmo etapu.

MO_ID = 5 (MOI)

MOI kadra tips	Main
Kadrs-priekštecis	MOU1
MOI kadra ID ref.	-
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Vārdnīcas* definīcijas:

Strukturētā programmēšana (angļu valodā *Structured programming*, krievu valodā *Структурное программирование*) ir “programmatūras izstrādāšanas un izveidošanas metodoloģija, kas vienkāršo programmu struktūru un līdz ar to atvieglo atklūdošanas un modificēšanas operācijas. Strukturētas programmas tipisks piemērs ir moduļu hierarhija, kurā katram no moduļiem ir tikai viena ieeja un izeja”

Strukturētās programmēšanas priekšrocības:

- Tā paaugstina programmu lasāmību un līdz ar to uzturēšanu un modificēšanu;
- Tā atvieglo programmu testēšanu;
- Tā paaugstina programmētāju darba ražīgumu. Pētījumu rezultāti: programmējot lietišķas programmas, atklūdotu operatoru skaits parasti ir 10-15 dienā, bet lietojot strukturēto programmēšanu – 35-65 operatoru dienā.

Strukturētā programmēšana definē trīs pamatstruktūras jeb bāzes struktūras: secība, izvēle, atkārtojums, kuras var uzskatīt par strukturētās programmēšanas notāciju. Tās ir elementāras konstrukcijas un katrai struktūrai ir viena ieeja un viena izeja.

[*detalizētāk*]

* Angļu – latviešu – krievu informātikas vārdnīca. Datori, datu apstrāde un pārraide. – Rīga : Avots, 2001. – 661 lpp.

MO_ID = 6 (MOI)

MOI kadra tips	Exp
Kadrs-priekštecis	-
MOI kadra ID ref.	5
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Secība ir lineārā struktūra. Secība rāda, ka operatori S_1, S_2, \dots, S_n , tiek izpildīti kārtībā, kā tie ir pierakstīti programmā. Šeit S_i ir jebkurš operators, operatoru grupa vai bloks, piemēram, piešķires operators, begin-end bloks valodā Pascal. [piemērs1]

Izvēle ir sazarota struktūra. Risinājuma bloks, kuru attēlo kā rombu, ir nosaukts par predikātu mezglu. Izvēles struktūru arī sauc par *if-then-else* struktūru, jo šīs struktūras implementēšanai programmēšanas valodā izmanto nosacījumu operatoru. [piemērs2]

Strukturētajā programmēšanā pastāv arī tādas papildus konstrukcijas, kā *Selekcija* (*switch-case*) un *Saīsināta izvēle* (*if-then*) [paskaidrojums1].

Atkārtojums ir cikliskā struktūra, kuru izmanto, lai izpildītu vienu operatoru vai operatoru grupu S vairākas reizes kamēr izpildās nosacījums P . Šai struktūrai ir arī citi nosaukumi: *do-while* struktūra un iteratīva struktūra. [piemērs3]

Atkārtojuma papildus konstrukcija ir *Atkārtojums ar pārbaudi cikla beigās* (*do-until, do-while*) [paskaidrojums2].

MO_ID = 7 (MOI)

MOI kadra tips	Exp
Kadrs-priekštecis	-
MOI kadra ID ref.	6
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

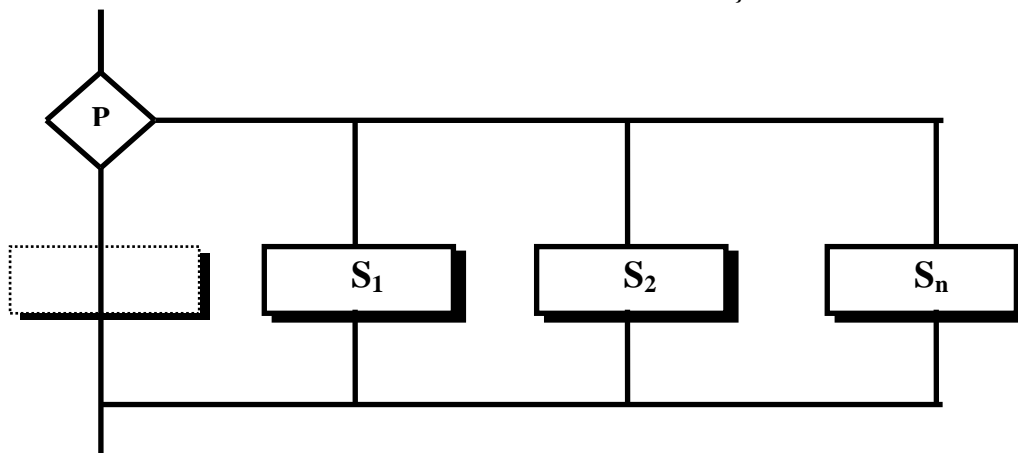
Selekcija ir izvēles struktūra, kas ļauj izvēlēties vienu no vairākiem variantiem. Šo struktūru arī nosauc par *Case*-struktūru. Pašlaik pieņemts attēlot selekciju, lietojot predikāta mezglu. Funkcionālais mezgls, kas parādīts ar raustīto līniju atbilst *otherwise (default)* zaram, tāpēc var arī neeksistēt.

Valodā Pascal:

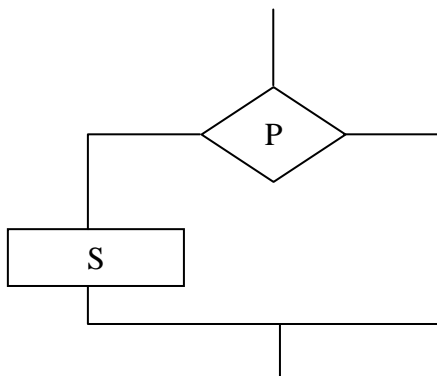
```
Case k of
  1: y := x * x;
  2: y := 2 * x;
  3: y := x
end
```

Valodā C:

```
switch (k)
{
  case 1: y = x * x;
          break;
  case 2: y = 2 * x;
          break;
  case 3: y = x;
          break;
}
```



Sāsinātā izvēle ir *if-then* struktūra un tās implementēšanas piemēri:



Valodā Pascal:

```
if a > b then
  y := 0;
```

Valodā C:

```
if ( a > b )
  y = 0;
```

MO_ID = 8 (MOI)

MOI katra tips	Exm
Kadrs-priekštecis	-
MOI katra ID ref.	6
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Piemērs *secības* implementēšanai:

Valodā Pascal:

1. $y := \cos(x) * 2;$

2. begin

$a := x * 5;$

$b := x / 10;$

$y := a + b;$

end

Valodā C:

1. $y = \cos(x) * 2;$

2. $a = x * 5;$

$b = x / 10;$

$y = a + b;$

MO_ID = 9 (MOI)

MOI katra tips	Exm
Kadrs-priekštecis	-
MOI katra ID ref.	6
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Piemērs *izvēles* implementēšanai:

Valodā Pascal:

if $x > 0$ then

 begin

$a := \text{sqr}(x);$

$b := x / 10;$

$y := a + b;$

 end;

else

 begin

$a := x * x;$

$b := 10 + x;$

$y := a / b;$

end.

Valodā C:

if ($x > 0$)

{

$a = \text{sqr}(x);$

$b = x / 10;$

$y = a + b;$

}

else

{

$a = x * x;$

$b = 10 + x;$

$y = a / b;$

}

MO_ID = 10 (MOI)

MOI kadra tips	Exm
Kadrs-priekštecis	-
MOI kadra ID ref.	6
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Piemērs *atkārtojuma* implementēšanai:

Valodā Pascal:

```
while x > 0 do
  begin
    a := x + 1;
    b := x / 10;
    y := a + b;
    x := x - 2;
  end;
```

Valodā C:

```
while (x > 0)
{
  a = x + 1;
  b = x / 10;
  y = a + b;
  x = x - 2;
}
```

MO_ID = 11 (MOI)

MOI kadra tips	Exp
Kadrs-priekštecis	-
MOI kadra ID ref.	3
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

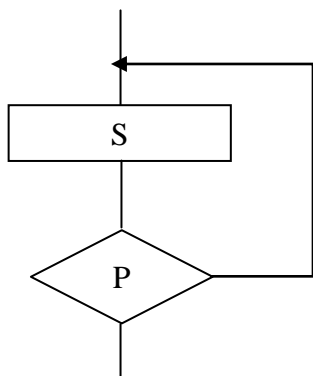
Moduļa ārējā specifikācija ietver šādu informāciju:

- *Moduļa nosaukums.* Tas ir moduļa vārds, pēc kura var izsaukt moduli. Ja modulim ir vairāki ieejas punkti, tad katram jāastāda atsevišķa specifikācija.
- *Funkcija.* Sadaļā apraksta moduļa funkciju (kādu darbību modulis izpilda), neminot par to, kā šī funkcija tiek realizēta.
- *Parametru saraksts.* Sadaļā apraksta parametru skaitu un secību moduļa izsaukumam.
- *Ieejas parametri.* Visus ieejas parametrus apraksta detalizēti, norādot katram tipu, formātu, garumu, mērvienību un pieļaujamo vērtību diapazonu.
- *Izejas parametri.* Sadaļā apraksta: a) visus datus, kurus atdod modulis, norādot katram tipu, formātu, garumu, mērvienību un pieļaujamo vērtību diapazonu; b) ieejas un izejas datu savstarpējas saites, kuras norāda, aprakstot kādi ieejas parametri ir izmantoti katra izejas parametra aprēķinos; c) izejas datus, kurus modulis atdod izsaucošajam modulim kļūdainu ieejas datu gadījumā.
- *Ārējie efekti.* Sadaļā jāapraksta visi ārējie notikumi, kas ir paredzēti moduļa darbības laikā, piemēram lietotāja vaicājuma ievade, paziņojumu izvade utt.

MO_ID = 12 (MOI)

MOI kadra tips	Exp
Kadrs-priekštecis	-
MOI kadra ID ref.	6
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Atkārtojums ar pārbaudi cikla beigās ir *do-until* struktūra



Valodā Pascal:

```
repeat  
    s := s + a [ j ];  
    j := j + 1  
until j > n;
```

Valodā C:

```
do  
{  
    s += a [ j ];  
    j ++;  
}  
while ( j > n );
```

MO_ID = 13 (MOI)

MOI kadra tips	Main
Kadrs-priekštecis	MOU2
MOI kadra ID ref.	-
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Programmēšanas stils ir programmēšanas paņēmieni un metožu kopums, kuru lieto pieredzējuši programmētāji, lai iegūtu pareizus, efektīvus un viegli saprotamus programmaproduktus. Parasti par programmēšanas stilu uzskata metodes, kas paaugstina programmas lasāmību un efektivitāti.

Programmēšanas stila lietošanai ir šādas priekšrocības:

- iespēja lietot vienu programmēšanas stilu programmētāju grupas ietvaros. Tas ļauj viegli lasīt, modificēt un uzturēt programmaproduktu, kuru izstrādājuši tās pašas grupas programmētāji;
- programmas pašdokumentēšana. Programma, kas ir uzrakstīta labā programmēšanas stilā, kas satur sīkus komentārus un kurai ir skaidra un pareiza struktūra, pati ir uzskatāma par vērtīgu dokumentācijas papildinājumu, kas var palīdzēt lietotājiem-programmētājiem izprast un uzturēt šo programmu.

Programmēšanas stila pamatnoteikumi

- Lietojiet komentārus (ievadkomentāri, paskaidrojošie komentāri)
- Pareizi izvēlieties nosaukumus (piemēram, ungāru pieraksts)
- Grupējiet datu aprakstus
- Lietojiet tukšas rindas (starp moduļa daļām – 2-3 rindas, pēc operatoru virknēm – 1 rinda)

- Lietojiet atkāpes (begin-end konstrukcijās, ciklos, u.tml.)
- Lietojiet tukšumzīmes (starp parametriem, pirms/pēc operāciju zīmēm)
- Viens operators rindā ir pietiekami

MO_ID = 14 (MOI)

MOI kadra tips	Main
Kadrs-priekštecis	MOU3
MOI kadra ID ref.	-
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Pieejas programmu implementēšanai

- **Lejupejošā kodēšana** (kodēšana “no augšas uz leju”) paredz, ka sākumā kodē programmas galveno moduli. Galvenais modulis ir neliels un izsauc citus modulus.
- **Augšupejošā kodēšana** (kodēšana “no apakšas uz augšu”) paredz, ka vispirms kodē zemākā līmeņa modulus. Šajā metodē izmanto speciālas „draiverus”, kas imitē izsaucoša moduļa darbību: pārsūta izsaukamam modulim parametru vērtības un izvada atgrieztas vērtības. Kad zemākā līmeņa moduli ir atklūdoti, izpilda to kopīgu pārbaudi kopējā draivera vadībā. Galveno moduli kodē un pievieno programmai pēdējā etapā.
- **Kombinētā kodēšana** apvieno abas iepriekšminētās metodes.

MO_ID = 15 (MOI)

MOI kadra tips	Main
Kadrs-priekštecis	14
MOI kadra ID ref.	-
Laiks	
Apmācība	y
Uzziņas	n

Algoritmu un programmu kontroles metodes

I. Manuālās kontroles metodes

- **Caurskatīšana** paredz programmas teksta uzmanīgu izskatīšanu ar mērķi atklāt pārrakstīšanās dēļ radušās kļūdas, kā arī atšķirības starp algoritmu un programmas tekstu.
- **Pārbaude**. Šīs metodes lietošanas laikā programmētājs pēc programmas teksta cenšas saprast skaitļošanas procesu, ko nosaka programma. Pēc tam salīdzina to ar uzdoto algoritmā (vai prasību dokumentā, ja pārbauda algoritmu).
- **Trasēšana** paredz programmas izpildes imitāciju ar mērķi iegūt konkrētu un uzskatāmu priekšstatu par skaitļošanas procesu, kuru realizē programma. Šīm nolūkam izvēlās sākumdatu vērtības un, modelējot programmas izpildi pie galda, pieraksta visus starprezultātus.

II. Kontroles metodes ar datora palīdzību

- **Izdruka**
- **Translācija**

MOU1

MO_ID=4 (MOU=1)

Jautājuma kadra tips	Vārds (word)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=1
Saīsinājums	nav
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

... ir abstrakta shēmas vai algoritma apraksta konkrēts īstenojums

Pareiza atbilde: Implementēšana

Komentārs: Implementēšana sākas ar moduļu implementēšanu, kas ir saistīta ar programmēšanu. Programmēšana, savukārt, ietver sevī arī algoritma izstrādi, datu struktūras izvēli u.tml. Kodēšana ir programmas koda pierakstīšana programmēšanas valodā.

MO_ID=16 (MOU=2)

Jautājuma kadra tips	Vārds (word)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=1
Saīsinājums	nav
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

... ir programmu sastādīšana datoram. Ietver problēmas risināšanas algoritma detalizēšanu un tā pierakstu attiecīgajā programmēšanas valodā, datu struktūras izvēli un to kodēšanu, kā arī sastādītās programmas atklādošanu

Pareiza atbilde: Programmēšana

Komentārs: Programmēšana ietver sevī arī algoritma izstrādi, datu struktūras izvēli u.tml. Implementēšana ir viss sistēmas realizācijas process. Kodēšana ir tikai programmas koda pierakstīšana programmēšanas valodā.

MO_ID=17 (MOU=3)

Jautājuma kadra tips	Vārds (word)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=1
Saīsinājums	nav
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

... programmu sastādīšana programmēšanas valodā

Pareiza atbilde: Kodēšana

Komentārs: Programmēšana ietver sevī arī algoritma izstrādi, datu struktūras izvēli u.tml. Implementēšana ir viss sistēmas realizācijas process. Tikai programmas koda pierakstīšana ir kodēšana.

MO_ID=18 (MOU=4)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=3
Izvēlnes tips	many
Izvēlnes veids	txt
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n

Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	8

Atzīmējiet, kādā no etapiem veic programmas pārbaudi.

- Moduļu ārējo specifiku pārbaude**
- Programmas teksta galīgā noformēšana**
- Programmas pareizības pārbaude**
- Moduļa kompilācija
- Programmas teksta detalizēšana

Pareiza atbilde: Programmas teksta galīgā noformēšana, Programmas pareizības pārbaude, Moduļa kompilācija

Daļēji pareizas atbildes:

- 1) **Programmas teksta galīgā noformēšana, Programmas pareizības pārbaude**
Komentārs: Atbilde nav pilnīgi pareiza. Programmas pareizība (sintakse un rezultāti) tiek pārbaudīta arī Moduļa kompilācijas etapā.
 - 2) **Programmas pareizības pārbaude, Moduļa kompilācija**
Komentārs: Atbilde nav pilnīgi pareiza. Programmas pareizība (teksts) tiek pārbaudīta arī etapā „Programmas teksta galīgā noformēšana”.
 - 3) **Programmas teksta galīgā noformēšana, Moduļa kompilācija**
Komentārs: Atbilde nav pilnīgi pareiza. Programmas pareizība (loģika) tiek pārbaudīta arī etapā „Programmas pareizības pārbaude”.
 - 4) **Programmas teksta galīgā noformēšana**
Komentārs: Atbilde nav pilnīgi pareiza. Programmas pareizība tiek pārbaudīta arī etapos „Programmas pareizības pārbaude” un „Moduļa kompilācijas”.
 - 5) **Programmas pareizības pārbaude**
Komentārs: Atbilde nav pilnīgi pareiza. Programmas pareizība tiek pārbaudīta arī etapos „Programmas teksta galīgā noformēšana” un „Moduļa kompilācijas”.
 - 6) **Moduļa kompilācija**
Komentārs: Atbilde nav pilnīgi pareiza. Programmas pareizība tiek pārbaudīta arī etapos „Programmas teksta galīgā noformēšana” un „Programmas pareizības pārbaude”.
- (ballu skaits par atbildēm 1, 2, 3: max ballu skaits – 6,
ballu skaits par atbildēm 4, 5, 6: max ballu skaits – 4)

Komentārs: Programmas pareizība tiek pārbaudīta etapos „Programmas teksta galīgā noformēšana”, „Programmas pareizības pārbaude” un „Moduļa kompilācijas”.

MO_ID=19 (MOU=5)

Jautājuma kadra tips	Skaitlis (number)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=2
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0

Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Cik etapi ir moduļu implementēšanā?

Pareiza atbilde: **11**

Komentārs: Moduļu implementēšana paredz 11 etapu izpildi.

MO_ID=20 (MOU=6)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=11
Izvēlnes tips	many
Izvēlnes veids	txt
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	8

Kāda informācija ir jāiekļauj moduļa ārējā specifikācijā?

- Parametru saraksts**
- Moduļa izpildes algoritms**
- Funkcija**
- Moduļa uzbūve
- Moduļa saskarne

Pareiza atbilde: **Parametru saraksts, Funkcija**

Daļēji pareizas atbildes:

- 1) **Parametru saraksts**
Komentārs: Moduļa ārējā specifikācijā jāiekļauj arī tā funkcija (nolūks)
- 2) **Funkcija**
Komentārs: Moduļa ārējā specifikācijā jāiekļauj arī parametru saraksts

(ballu skaits par atbildēm 1, 2: max ballu skaits – 5)

Komentārs: Moduļa ārējā specifikācijā jāiekļauj tā parametru sarakstu un funkciju

MOU2

MO_ID=21 (MOU=7)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=5
Izvēlnes tips	one
Izvēlnes veids	txt
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kādas strukturetās programmēšanas pamatkonstrukcijas?

- Secība/Izvēle/Atkārtojums**
- Funkcija/Procedūra**
- Nosacījums/Cikls

Pareiza atbilde: **Secība/Izvēle/Atkārtojums**

Daļēji pareizas atbildes:

1) **Nosacījums/Cikls**

Komentārs: Pareizs nosaukums Nosacījuma attēlošana ir Izvēle, Cikla – Atkārtojums
(ballu skaits par atbildi – 6)

Komentārs: Strukturetās programmēšanas pamatkonstrukcijas ir Secība, Izvēle un Atkārtojums

MO_ID=22 (MOU=8)

Jautājuma kadra tips	Vārds (word)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=6

Saīsinājums	nav
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kāda konstrukcija rāda, ka operatori tiek izpildīti tādā kārtībā, kādā tie ir pierakstīti programmā

Pareiza atbilde: Secība

Komentārs: Secība rāda, ka operatori S_1, S_2, \dots, S_n , tiek izpildīti kārtībā, kā tie ir pierakstīti programmā (S_i ir jebkurš operators, operatoru grupa vai bloks).

MO_ID=23 (MOU=9)

Jautājuma kadra tips	Vārds (word)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=6
Saīsinājums	nav
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

... ir sazarota konstrukcija, kura izmanto risinājuma bloku (predikāta mezglu).

Pareiza atbilde: Izvēle

Komentārs: Izvēle ir sazarota struktūra ar risinājuma bloku, kuru attēlo kā rombu. Izvēles struktūru arī sauc par *if-then-else* struktūru, jo tās implementēšanai programmēšanas valodā izmanto nosacījumu operatoru.

MO_ID=24 (MOU=10)

Jautājuma kadra tips	Vārds (word)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=6
Saīsinājums	nav
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

... ir cikliska konstrukcija, kas tiek izmantota, lai izpildītu operatoru (operatoru grupu), kamēr izpildās nosacījums.

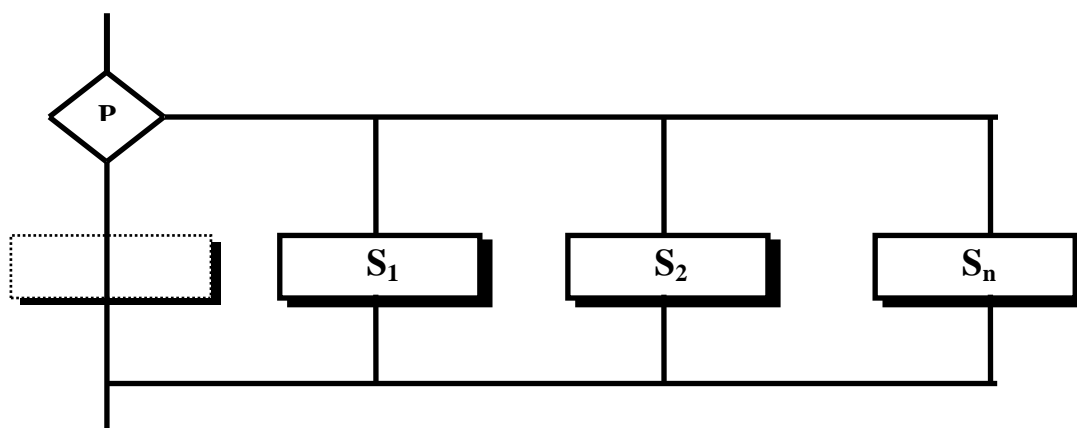
Pareiza atbilde: Atkārtojums

Komentārs: Atkārtojums ir cikliskā struktūra, kuru izmanto, lai izpildītu vienu operatoru vai operatoru grupu **S** vairākas reizes, kamēr izpildās nosacījums **P**. Šo struktūru sauc arī *do-while* un iteratīva struktūra.

MO_ID=25 (MOU=11)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=7
Izvēlnes tips	one
Izvēlnes veids	???
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kāgai konstrukcijai atbilst zemāk attēlota shēma?



- Atkārtojums
- Secība
- Selekcija
- Izvēle

Pareiza atbilde: **Selekcija**

Daļēji pareizas atbildes:

1) **Izvēle**

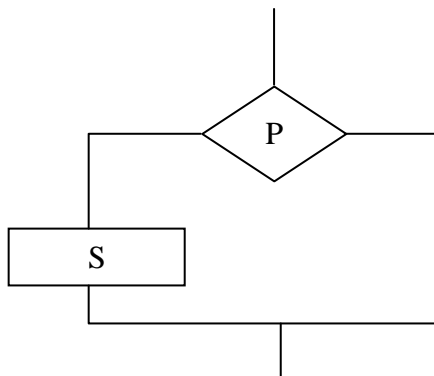
Komentārs: Attēlota shēma atbilst Izvēles papildus konstrukcijai - Selekcija
(ballu skaits par atbildi – 5)

Komentārs: Parādīta shēma attēlo Selekcijas konstrukciju, kas ir Izvēles papildus konstrukcija un atbilst *case* struktūrai

MO_ID=26 (MOU=12)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=7
Izvēlnes tips	one
Izvēlnes veids	
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kādaī konstrukcijai atbilst zemāk attēlota shēma?



- Saīsināta izvēle
- Secība
- Selekcija
- Izvēle

Pareiza atbilde: **Saīsināta izvēle**

Daļēji pareizas atbildes:

1) **Izvēle**

Komentārs: Attēlota shēma atbilst Izvēles papildus konstrukcijai – Saīsināta izvēle (ballu skaits par atbildi – 5)

Komentārs: Parādīta shēma attēlo Saīsinātas izvēles konstrukciju, kas ir Izvēles papildus konstrukcija un atbilst *if-then* struktūrai

MO_ID=27 (MOU=13)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=8
Izvēlnes tips	one
Izvēlnes veids	txt
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kādaī konstrukcijai atbilst zemāk attēlots programmas kods?

x = 5;
y = x / 10;
z = y + x;

- Saīsināta izvēle
- Secība
- Selekcija
- Izvēle

Pareiza atbilde: **Secība**

Komentārs: Attēlots programmas kods atbilst Secības konstrukcijai

MO_ID=28 (MOU=14)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=9
Izvēlnes tips	one
Izvēlnes veids	txt
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kāda konstrukcijai atbilst zemāk attēlots programmas kods?

```
if (x < 0)
{
    a = abs (x);
    y = a * a;
}
else
{
    a = sqrt(x);
    y = a * 2;
}
```

- Saīsināta izvēle
- Secība
- Selekcija

Izvēle

Pareiza atbilde: **Izvēle**

Komentārs: Attēlots programmas kods atbilst Izvēles konstrukcijai

MO_ID=29 (MOU=15)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=10
Izvēlnes tips	one
Izvēlnes veids	txt
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kādam konstrukcijai atbilst zemāk attēlots programmas kods?

```
while (i < 10)
{
    a = i * 3;
    i++;
}
```

- Cikls**
 Secība
 Atkārtojums
 Izvēle

Pareiza atbilde: **Atkārtojums**

Daļēji pareizas atbildes:

1) **Cikls**

Komentārs: Pareizs konstrukcijas nosaukums struktūrētajā programmēšanā ir Atkārtojums

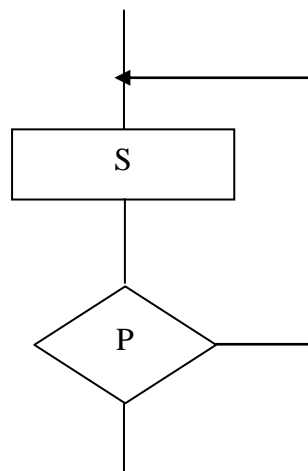
(ballu skaits par atbildi – 5)

Komentārs: Attēlots programmas kods atbilst Atkārtojuma konstrukcijai

MO_ID=30 (MOU=16)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=12
Izvēlnes tips	one
Izvēlnes veids	???
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kāda konstrukcijai atbilst zemāk attēlota shēma?



- Saīsināta izvēle**
- Atkārtojums**
- Selekcija
- Atkārtojums ar pārbaudi beigās

Pareiza atbilde: **Atkārtojums ar pārbaudi beigās**

Daļēji pareizas atbildes:

1) **Atkārtojums**

Komentārs: Attēlota shēma atbilst Atkārtojuma papildus konstrukcijai – Atkārttojums ar pārbaudi [cikla] beigās

(ballu skaits par atbildi – 5)

Komentārs: Parādīta shēma attēlo konstrukciju „Atkārttojums ar pārbaudi [cikla] beigās”, kas ir Atkārtojuma papildus konstrukcija un atbilst *do-while/until* struktūrai

MO_ID=31 (MOU=17)

Jautājuma kadra tips	Vārds (word)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=13
Saīsinājums	nav
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

... ir programmēšanas paņēmieni un metožu kopums, kuru lieto pieredzējuši programmētāji, lai iegūtu pareizus, efektīvus un viegli saprotamus programmaproduktus.

Pareiza atbilde: Programmēšanas stils

Komentārs: Programmēšanas stils ir programmēšanas paņēmieni un metožu kopums, kas tiek lietots pareizu, efektīvu un viegli saprotamu programmaproduktu iegūšanai. Parasti par programmēšanas stilu uzskata metodes, kas paaugstina programmas lasāmību un efektivitāti.

MO_ID=32 (MOU=18)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=14
Izvēlnes tips	many
Izvēlnes veids	txt
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kas no zemāk minētā ir pieejas programmu implementēšanai:

- Augšupejošā kodēšana
- Programmēšana

- Lejupejošā kodēšana**
- Implementēšana**
- JSD metode**
- Strukturētā programmēšana**

Pareizās atbildes: **Augšujejošā kodēšana, Lejupejošā kodēšana**

Daļēji pareizās atbildes:

1) Augšujejošā kodēšana

Komentārs: Eksistē 3 pieejas programmu implementēšanai: Augšujejošā kodēšana, Lejupejošā kodēšana un Kombinētā

2) Lejupejošā kodēšana

Komentārs: Eksistē 3 pieejas programmu implementēšanai: Augšujejošā kodēšana, Lejupejošā kodēšana un Kombinētā

(ballu skaits par atbildēm 1, 2 – 5)

Komentārs: Eksistē 3 pieejas programmu implementēšanai: Augšujejošā kodēšana, Lejupejošā kodēšana un Kombinētā

MO_ID=33 (MOU=19)

Jautājuma kadra tips	Izvēlne (menu)
Jautājum. kadra ID ref.	
Info. kadra ID ref.	MO_ID=15
Izvēlnes tips	one
Izvēlnes veids	txt
Secība	rnd
Jautājuma nozīmība	med
Jautājuma grūtība	min
Laiks	0
Mēģinājumu skaits	1
Kontroles režīms	y
Vingrinājumu režīms	y
Uzziņas	n
Zināšanu līmenis	y
Prasmju līmenis	n
Ballu skaits	7

Kādaī grupai pieder sekojošās kontroles metodes – Caurskatīšana, Trasēšana:

- Manuālās kontroles metodes**
- Kontroles metodes ar datora palīdzību**
- Kombinētas metodes**

Pareizā atbilde: **Manuālās kontroles metodes**

Komentārs: Caurskatīšana un trasēšana ir manuālās kontroles metodes. *Caurskatīšana* paredz programmas teksta uzmanīgu izskatīšanu ar mērķi atklāt drukas kļūdas un atšķirības starp algoritmu un programmas tekstu. *Trasēšana* paredz programmas izpildes imitāciju uz papīra, lai iegūtu priekšstatu par skaitļošanas procesu, kuru realizē programma.

5. pielikums. Studentu anketa

Aptauja par e-kursu izmantošanu

Cik tēmās Jūs izpildījāt zināšanu kontroli?

- 3 2 1 Nevienā

Vai Jūs atbildējāt uz visiem jautajumiem?

- Jā, uz visiem Uz pasniedzēja norādīto skaitu Pats izvēlējos skaitu

Cik reizes vidēji Jūs pildījāt zināšanu pārbaudi katrā tēmā?

- >4 2-3 1

Ja vairak par vienu reizi, tad kāpēc?

Cik daudz lekcijas Jūs apmeklējāt?

- Visas > 75% 50-75% <25% Nevienu

Vai Jums palīdzēja darbs ar e-kursiem priekšmeta uzdevumu izpildei?

- Jā Nē Nezinu

Ja palīdzēja, tad ar ko konkrēti? (nepieciešamo atzīmēt)

Laboratorijas darbu izpildē	<input type="checkbox"/>
Studiju darba izstrādē	<input type="checkbox"/>
Sagatavošanā kontroldarbiem	<input type="checkbox"/>
Sagatavošanā eksamenam	<input type="checkbox"/>

Vai Jūs uzskatāt, ka ir jāizstrādā adaptīvi e-kursi, kas iekļauj gan teorētisko informāciju, gan praktiskus uzdevumus ar detalizētiem komentāriem, lai tēmu būtu iespējams apgūt patstāvīgi?

- Jā Nē Nezinu
 Pietiktu ar vienādu teorētisko informāciju un parastiem testiem (bez adaptācijas)
 Pietiktu tikai ar zināšanu pārbaudi

Vai Jūs uzskatāt, ka zināšanu parbaudei jāiekļauj dažāda tipa jautājumi (testa jautājumi, teikumu ierakstīšana, utt.)

- Jā Nē Nezinu

Paldies par atsaucību!

6. pielikums. Atsauksme par elektroniskās mācību grāmatas lietošanu



Thematic Networks
213871-CP-1-2001-1-BG-ERASMUS-TN
**EUROPEAN COMPUTING EDUCATION AND TRAINING
(ECET)**

Thursday, 30 September 2004

To:
Riga Technical University

IMPLEMENTATION ACT

This is to confirm that the Electronic textbook "Study HTML from zero" is developed at the Riga Technical University Software Engineering Department within the Socrates programme project TN ECET – Thematic Network of European Computing Education and Training; Subject area – 11.3 Computer Science; Theme – Development of a European Dimension in Higher Computer Education and Training in 2004. This book is devoted to teaching Hypertext Markup Language (HTML) for beginners and to knowledge testing on HTML. It is included in the Virtual Library of the Virtual European Department of Computing and is being used by the TN ECET project partners, which are currently 141 from 67 institutions from almost all European countries.

The book is developed by Valdimir Popko (BSc. Ing., Master course student, main developer), Cathrine Boule (Jekaterina Bule), MSc. Ing., Ph.D. student, content developer), Larissa Zaitseva (DSc. Ing., Professor, Project supervisor).

TN ECET Project Coordinator

Assoc. Prof. Dr. A. Smrikarov

University of Rouse, 8 Studentska Str., 7017 Rouse, Bulgaria
Tel./Fax: +359 82 450 734; Cell Phone: +359 48 793 043; E-mail: S.Smrikarova@ees.ru.acad.bg

**7. pielikums. Ukrainas Zinātņu akadēmijas Kibernētikas institūta starptautiskā
pētniecības un apmācības centra rekomendācija**

RECOMMENDATION

Jekaterina BULE has presented the Ph.D. work “Adaptive computer-aided teaching methods based on student model” at the International Research and Training Center for Information Technologies and Systems National Academy of Science of Ukraine and Ministry of Education and Science of Ukraine at the seminar on 30th of May 2006 with participation of scientists from different higher educational organizations (Sevastopol National Technical University, Sumy State University, Odessa National Academy of Telecommunication, etc.).

The goal of the work is to develop adaptive computer-aided teaching models and methods based on student model. The work describes complex approach of adaptive computer-aided teaching realization.

The main results of the work are:

- 1) it was shown that most of currently used computer-aided teaching systems that are available in the global network do not provide adaptation (38% don't provide at all, 15% provide minimal adaptation – show the same information once more);
- 2) current research results demonstrate efficiency of adaptive teaching that ensures better acquisition of learning material and getting skills;
- 3) based on existing specific models of adaptation a generalized student model was developed, which can be used for adaptive teaching. It consists of 5 components (general information, knowledge and skills level, current work with a course, teaching method, psychological characteristics) with overall 18 parameters;
- 4) the structure and description of learning material (learning objects information and learning objects task) for adaptive teaching was developed considering learning objects reusability possibilities;
- 5) based on the researched adaptation methods, developed learning material and student models dialogue scenario was implemented;
- 6) developed dialogue scenario was used for teaching students for specialty engineer-programmer, which model includes knowledge and skills as well as psychological characteristics and social factors.

During discussion there were defined several negative points of the presentation:

- overview of adaptive methods and classification was not presented;
- use of the suggested model (parameters) in adaptive algorithms was not shown.

It is recommended to restructure presentation focusing on personal theoretical results and their implementation.

Despite of the mentioned negative points the work is recommended to be presented for the Ph.D. works defense committee.

Head of the
Dialog and Tutoring Systems Department,
Deputy Chair of the Seminar
Alla F. Manako

