

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS INSTITUTAS

Jevgenij KURILOV

**ŠVIETIMO IŠTEKLIŲ
IR PASLAUGŲ SKAITMENINĖS BIBLIOTEKOS
SUDEDAMŲJŲ DALIŲ
SĄVEIKUMO PROBLEMAS**

Daktaro disertacijos santrauka
Technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T)

Vilnius  LEIDYKLA
TECHNIKA 2008

Disertacija rengta 2003–2007 metais Matematikos ir informatikos institute.
Moksliniai vadovai

prof. habil. dr. Jonas MOCKUS (Matematikos ir informatikos institutas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T, iki 2006 m.),

prof. dr. Valentina DAGIENĖ (Matematikos ir informatikos institutas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T, nuo 2006 m.).

Disertacija ginama Vilniaus Gedimino technikos universiteto Informatikos inžinerijos mokslo krypties taryboje:

Pirmininkas

prof. habil. dr. Romualdas BAUŠYS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Nariai:

prof. dr. Albertas ČAPLINSKAS (Matematikos ir informatikos institutas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

prof. habil. dr. Feliksas IVANAUSKAS (Vilniaus universitetas, fiziniai mokslai, informatika – 09P),

prof. habil. dr. Genadijus KULVIETIS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

dr. Lampros STERGIOULAS (Brunelio universitetas, fiziniai mokslai, informatika – 09P).

Oponentai:

doc. dr. Vitalijus DENISOVAS (Klaipėdos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

doc. dr. Dalia DZEMYDIENĖ (Matematikos ir informatikos institutas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

Disertacija bus ginama viešame Informatikos inžinerijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2008 m. balandžio 22 d. 11 val. Matematikos ir informatikos instituto konferencijų ir seminarų centre.

Adresas: Goštauto g. 12, LT-01108 Vilnius, Lietuva.

Tel.: +370 5 274 4952, +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112;

el. paštas doktor@adm.vgtu.lt

Disertacijos santrauka išsiuntinėta 2008 m. kovo 21 d.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus Gedimino technikos universiteto (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lietuva) ir Matematikos ir informatikos instituto (Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius, Lietuva) bibliotekose.

VGTU leidyklos „Technika“ 1464-M mokslo literatūros knyga.

© Jevgenij Kurilov, 2008

© VGTU leidyka TECHNIKA, 2008

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF MATHEMATICS AND INFORMATICS

Jevgenij KURILOV

**DIGITAL LIBRARY OF EDUCATIONAL
RESOURCES AND SERVICES COMPONENTS
INTEROPERABILITY PROBLEMS**

Summary of Doctoral Dissertation
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)

Vilnius  2008
LEIDYKLA
TECHNIKA

Doctoral dissertation was prepared at Institute of Mathematics and Informatics in 2003–2007.

Scientific Supervisors

Prof Dr Habil Jonas MOCKUS (Institute of Mathematics and Informatics, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T, till 2006)

Prof Dr Valentina DAGIENĖ (Institute of Mathematics and Informatics, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T, from 2006)

The dissertation is being defended at the Council of Scientific Field of Informatics Engineering at Vilnius Gediminas Technical University:

Chairman

Prof Dr Habil Romualdas BAUŠYS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T)

Members:

Prof Dr Albertas ČAPLINSKAS (Institute of Mathematics and Informatics, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T)

Prof Dr Habil Feliksas IVANAUSKAS (Vilnius University, Physical Sciences, Informatics – 09P)

Prof Dr Habil Genadijus KULVIETIS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T)

Assoc Prof Dr Lampros STERGIOULAS (Brunel University, Physical Sciences, Informatics – 09P)

Opponents:

Assoc Prof Dr Vitalijus DENISOVAS (Klaipėda University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T)

Assoc Prof Dr Dalia DZEMYDIENĖ (Institute of Mathematics and Informatics, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T)

The dissertation will be defended at the public meeting of the Council of Scientific Field of Informatics Engineering in the Conference and Seminar Centre of Institute of Mathematics and Informatics at 11 a. m. on 22 April 2008.

Address: Goštauto st. 12, LT-01108 Vilnius, Lithuania.

Tel.: +370 5 274 4952, +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112;

e-mail: doktor@adm.vgtu.lt

The summary of the doctoral dissertation was distributed on 21 March 2008.

A copy of the doctoral dissertation is available for review at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania) and the Library of Institute of Mathematics and Informatics (Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius, Lithuania).

© Jevgenij Kurilov, 2008

© VGTU publisher TECHNIKA, 2008

Bendra darbo charakteristika

Mokslo problemos aktualumas

Disertacijoje nagrinėjamos lanksčios atvirosios el. mokymosi turinio ir paslaugų sistemos (t. y. skaitmeninės švietimo išteklių ir paslaugų bibliotekos, angl. *Digital Library of Educational Resources and Services*) kūrimo bendrajam lavinimui ir profesiniam mokymui mokslinės problemos. Nagrinėjama skaitmeninės švietimo išteklių ir paslaugų bibliotekos (toliau – skaitmeninės bibliotekos) schema ir reikalavimai. Pagrindinis dėmesys skiriamas bibliotekos lankstumui, t. y. biblioteka turi teikti naudotojams individualizuoto mokymosi galimybes.

Skaitmeninės bibliotekos sudedamųjų dalių suderinamumas (sąveikos geba, arba sąveikumas, angl. *Interoperability*) ir standartai yra esminiai bibliotekos funkcionavimo veiksniai, todėl pagrindinis disertacijos tikslas yra bibliotekos sudedamųjų dalių sąveikumo rekomendacijų kūrimas. Sprendžiami uždaviniai: standartų parinkimas, jų tinkamumas, adaptavimas ir taikymas švietimui. Pagrindinis dėmesys skiriamas mokymosi objektų (MO, angl. *Learning Objects*) metaduomenų standarto (LOM – angl. *Learning Objects Metadata*) taikymo modeliui tobulinti ir bendrųjų programų sąryšiui su MO.

Daug dėmesio skiriama skaitmeninės bibliotekos sudedamųjų dalių kokybei vertinti, todėl bibliotekos sudedamųjų dalių kompleksinių vertinimo kriterijų, pagrįstų bibliotekos lankstumo ir sudedamųjų dalių sąveikumo rekomendacijomis, kūrimas taip pat yra darbo tikslas.

Disertacijos mokslo problema yra aktuali Europos ir pasaulio tyrimams (Bendrosios mokslo tyrimų ir technologinės plėtros programos, eContentplus programa, UNESCO, JAV, Kanados, Australijos švietimo programos).

Darbo tikslai ir uždaviniai

Darbo tikslai:

1. Parengti tarptautinių sąveikumo standartų pritaikymo švietimui ir lanksčios skaitmeninės bibliotekos funkcionavimui rekomendacijas.
2. Parengti bibliotekos sudedamųjų dalių (MO ir virtualiųjų mokymosi aplinkų (VMA, angl. *Virtual Learning Environments*)) kompleksinius techninio vertinimo kriterijus.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti pagrindinius lanksčios skaitmeninės bibliotekos kūrimo principus: MO (mokymosi komponentų ir mokymosi vienetų) daugkartinį panaudojamumą (angl. *Reusability*) ir VMA pritaikomumą (pritaikymo galimybes) (angl. *Adaptation capabilities*).

2. Išanalizavus pagrindinius tarptautinius sąveikumo standartus ir specifikacijas, parengti jų adaptavimo ir taikymo švietime rekomendacijas:
 - Europos mokymosi išteklių mainų (angl. *Learning Resource Exchange*) sistemai.
 - Bendrųjų ugdymo programų sąryšiui su mokymosi objektais.
 - LOM standarto taikymo modeliui tobulinti.
 - Lanksčios bibliotekos sudedamųjų dalių sąveikumui.
3. Parengti kompleksinius MO techninio vertinimo kriterijus, atitinkančius lanksčios skaitmeninės bibliotekos reikalavimus.
4. Parengti kompleksinius VMA techninio vertinimo kriterijus, atitinkančius lanksčios skaitmeninės bibliotekos reikalavimus. Pagal šiuos kriterijus įvertinti populiariausias atvirąsias VMA.
5. Sukurti praktinį skaitmeninės bibliotekos funkcionavimo pavyzdį – Lietuvos švietimui skirtą skaitmeninę biblioteką, taip pat parengti siūlymus jos tolimesnei plėtotei.

Mokslinis naujumas

1. Suformuluoti ir išanalizuoti pagrindiniai lanksčios bibliotekos kūrimo principai: MO (mokymosi komponentų (angl. *Learning Assets*) ir mokymosi vienetų (angl. *Units of Learning*)) daugkartinis panaudojamumas bei VMA pritaikomumas (prisitaikymo galimybės).
2. Išanalizuota ir įvertinta Europos mokymosi išteklių mainų sistema ir parengtos rekomendacijos jos plėtotei.
3. Parengtos rekomendacijos Bendrųjų programų sąryšiui su MO.
4. Parengtos rekomendacijos LOM standarto taikymo modeliui tobulinti, suteikiant naudotojams spartesnių ir patogesnių daugkartinio panaudojamumo MO paieškos galimybių.
5. Parengtos rekomendacijos visų lanksčios bibliotekos sudedamųjų dalių sąveikumui.
6. Parengti kompleksiniai MO techninio vertinimo kriterijai, atitinkantys lanksčios skaitmeninės bibliotekos reikalavimus.
7. Parengti kompleksiniai VMA techninio vertinimo kriterijai, atitinkantys lanksčios bibliotekos reikalavimus. Remiantis šiais kriterijais, įvertintos populiariausios atvirosios VMA.
8. Sukurtas praktinis skaitmeninės bibliotekos funkcionavimo pavyzdys – Lietuvos švietimui skirta biblioteka, taip pat parengti siūlymai jos tolimesnei plėtotei.

Tyrimų metodika

Skaitmeninės bibliotekos kūrimo principų bendrajai analizei ir jos sudedamųjų dalių sąveikumo rekomendacijoms parengti naudojami mokslinės literatūros tyrinėjimo ir lyginamosios analizės metodai. Bibliotekos sudedamųjų dalių vertinimo kriterijų parengimui naudojami lyginamosios analizės metodai. Bibliotekos sudedamųjų dalių vertinimo kriterijų analizei ir taikymui, Europos mokymosi išteklių mainų sistemos, LOM taikymo modelio bei VMA įvertinimui naudojamas eksperimentinio tyrimo metodas. Bibliotekos sąveikumo rekomendacijų analizei atlikti taikomas sisteminės analizės metodas. Rezultatų apibendrinimas atliktas taikant analitinio tyrimo metodą.

Praktinė vertė

Gauti tyrimų rezultatai gali būti naudojami tarptautinėse, nacionalinėse ir regioninėse švietimo institucijose, taip pat švietimo įstaigose, atsakingose už el. mokymosi turinio ir paslaugų diegimą bendrojo lavinimo ir profesinio mokymo sistemose (pradinėse, pagrindinėse, vidurinėse, profesinėse ir specialiosiose mokyklose). Jie taip pat gali būti naudojami aukštojo ir tęstinio mokslo institucijose. Disertacija gali būti moksliniu ir technologiniu pagrindu diegiant informacines ir komunikacines technologijas (IKT) į Lietuvos bendrąjį lavinimą ir profesinį mokymą, būtent, įgyvendinant 2008–2012 metų IKT diegimo strategijos viziją ir tikslus (ypač pirmąjį).

Ginamieji teiginiai

1. MO maksimalaus daugkartinio panaudojamumo ir VMA pritaikomumo principai yra pagrindiniai skaitmeninės bibliotekos lankstumo veiksniai.
2. Tinkamo LOM taikymo modelio sukūrimas ir bendrųjų programų sąryšis su MO yra svarbiausios sąveikumo problemos didinant ir gerinant sukurtų MO naudojimą.
3. Bendrųjų programų sąryšio su MO problemai išspręsti labiausiai tinka bendrųjų programų žymėjimo metodas naudojant du mažesnius valdomus LOM žodynus vietoje vieno labai didelio kompetencijų žodyno.
4. LOM standarto laukai, kurių žodyno reikšmės nusako maksimalų MO panaudojamumą, aprašo MO struktūrą, jo funkcinio granuliavimo (agregacijos) lygį, MO edukacinį tipą ir ryšį su kitais MO. Šiems LOM standarto laukams tikslinga suteikti aukštesnį statusą ir jų reikšmes naudoti išplėstinei MO paieškai. Tai leistų naudotojams žymiai sparčiau ir patogiau surasti daugkartinio panaudojamumo MO.
5. Lanksčios bibliotekos MO ir VMA techniniam vertinimui tikslinga taikyti MO daugkartinio panaudojamumo (tarp jų – ir sąveikumo) ir

VMA sąveikumo ir pritaikomumo kriterijus. Tai leistų sukurti kompleksines MO ir VMA techninio vertinimo priemones.

Darbo apimtis

Darbą sudaro 6 skyriai, tarp jų bendrosios išvados ir rekomendacijos, literatūros sąrašas ir publikacijų sąrašas. Bendra disertacijos apimtis – 194 puslapiai, 39 iliustracijos ir 19 lentelės.

Pirmame disertacijos skyriuje analizuojami įvairūs skaitmeninės bibliotekos sudedamųjų dalių sąveikumo aspektai. Formuluojamos išvados, kad standartai ir specifikacijos nėra pritaikyti švietimui. Formuluojamos rekomendacijos Europos mokymosi išteklių mainų sistemos plėtojimui, Bendrųjų programų sąryšiui su MO, taip pat siūlymai LOM standarto taikymo modeliui – sparčiai ir patogiai daugkartinio panaudojamumo MO paieškai, bei visų lanksčios skaitmeninės bibliotekos sudedamųjų dalių sąveikumui.

Antrame disertacijos skyriuje atlikta populiarių MO ir VMA techninio vertinimo priemonių analizė, įvardijami šių priemonių trūkumai, siūlomos kompleksinės techninio vertinimo priemonės, įtraukiančios MO daugkartinio panaudojamumo (tarp jų sąveikumo) ir VMA pritaikomumo kriterijus.

Trečiame disertacijos skyriuje pristatoma Lietuvos švietimui skirta bibliotekos programinė įranga, aptariamai suformuluoti siūlymai jos plėtojimui.

1. Sąveikumo rekomendacijos bibliotekos sudedamosioms dalims

1.1. Literatūros analizės išvados

- Dauguma standartų ir specifikacijų nėra adaptuota ir pritaikyta švietimui.
- Opi kompleksinio standartų ir specifikacijų taikymo, t. y. kompleksinių sprendimų problema.
- Standartai ir specifikacijos dažnai nesąveikauja tarpusavyje.

1.2. Bibliotekos sąveikumo rekomendacijos

Skyriuje pateikti siūlymai, kaip tikslinti ir taikyti tarptautinius sąveikumo standartus ir specifikacijas švietimui. Jas sudaro rekomendacijos:

- Mokymosi objektų ir mokymosi komponentų daugkartiniam panaudojamumui ir sveikumui.
- Mokymosi vienetų daugkartiniam panaudojamumui ir sąveikumui.
- Europos mokymosi išteklių mainų sistemos diegimui.
- Mokymosi objektų metaduomenų strategijų rengimui:
 - Bendrųjų ugdymo programų žymėjimui ir jų sąryšiui su MO.
 - Lietuvos LOM taikymo modelio kūrimui.

- Visų bibliotekos sudedamųjų dalių sąveikumui.

1.3. Mokymosi objektų daugkartinis panaudojumas ir sąveikumas

Skyriuje nagrinėjamas bibliotekos MO daugkartinio panaudojumo maksimalaus didinimo principas. Jį galima pasiekti suskirsčius MO į dvi atskiras dalis (mokymosi komponentus ir mokymosi vienetus), kurios nepriklausomai funkcionuoja ir turi skirtingas funkcijas:

- Mokymosi komponentai neturi turėti jokių pedagoginių veiklų ar scenarijų ir todėl vieną ir tą patį mokymosi komponentą galima daug kartų naudoti esant skirtingoms pedagoginėms situacijoms.
- Mokymosi vienetai, atvirkščiai, traktuojami kaip sudėtingi mokymosi objektai, turintys pedagoginių veiklų ar scenarijų, kuriuos galima panaudoti įvairių dalykų mokymui(-si) naudojant įvairius mokymosi komponentus.

MO daugkartinį panaudojamumą charakterizuoja šios pagrindinės savybės:

- Sąveikumas: mokymosi objektas atitinka tarptautinius standartus ir gali būti panaudotas įvairiose saugyklose ir virtualiosiose mokymosi aplinkose.
- Lankstumas (pedagoginių situacijų prasme): mokymosi objektas gali tikti įvairioms pedagoginėms situacijoms.
- Galimybė modifikuoti mokymosi objektą pritaikant jį prie konkrečių mokytojo ar mokinio poreikių.

1.4. Europos mokymosi išteklių mainų sistemos analizė ir įvertinimas bei rekomendacijos jos plėtojimui

Europos mokymosi išteklių mainų sistemos įvertinimas Lietuvoje parodė, kad mokytojai labiausiai pageidauja mokymosi objektų, kurie turi daugkartinio panaudojumo potencialą ir gali būti naudojami įvairiuose nacionaliniuose pedagoginiuose kontekstuose.

Pabrėžtinos dvi mokymosi objektų daugkartinio panaudojumo sąlygos:

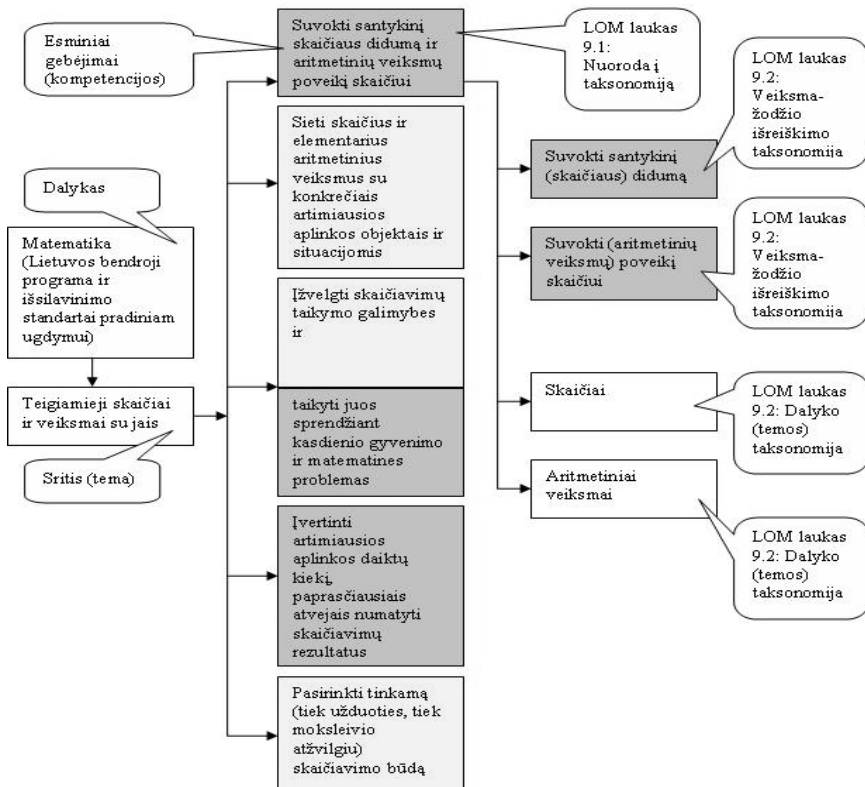
- MO turi atitikti skirtingų šalių bendrąsias ugdymo programas.
- Skirtingų šalių LOM taikymo modeliai turi būti orientuoti į sparčią ir patogią daugkartinio panaudojumo MO paiešką saugyklose.

1.5. Bendrųjų programų žymėjimas ir jų sąryšis su mokymosi objektais

Skyriuje pateikiamos rekomendacijos MO sąryšio su Bendrosiomis programomis (t. y. jų žymėjimas ar atvaizdavimas šitaip susiejant su technologijų diegimu). Nagrinėjamas Lietuvos pradinio ugdymo matematikos bendrosios programos ir išsilavinimo standartų žymėjimo ir sąryšio su

tarptautiniu mokymosi objektų metaduomenų (LOM) standartu pavyzdys (1 pav.).

Bendrųjų programų sąryšiui su MO užtikrinti rekomenduojama vietoj vienos labai didelės kompetencijų taksonomijos naudoti mažesnes, nusakomas LOM dalyku ar tema ir subkompetencijomis (pažodžiui „veiksmažodžio išreiškimu“, angl. *Action verb expression Taxonomy*) taksonomijas.

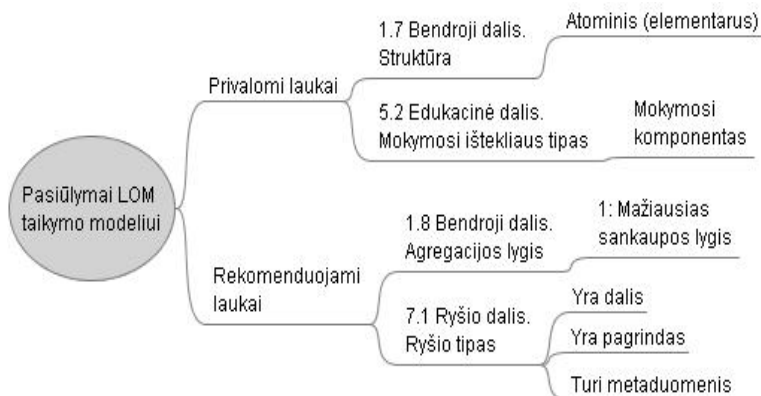


1 pav. Bendrųjų programų žymėjimo pavyzdys

1.6. Rekomendacijos LOM taikymo modeliui

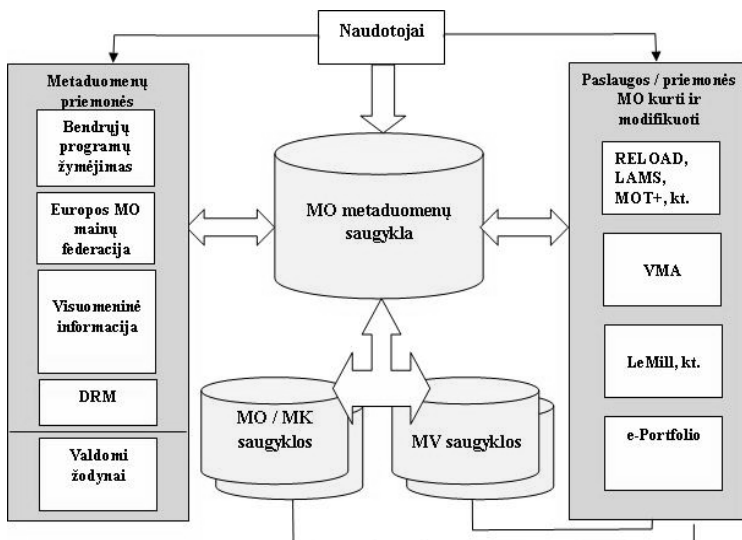
Europos LOM standarto taikymo modelį naudinga patobulinti, pritaikant jį prie lanksčios skaitmeninės bibliotekos reikalavimų, suteikiant naudotojams sparčios ir patogios mokymosi objektų išplėstinės paieškos galimybes. Tada reiktų jį įteisinti (patvirtinti) Lietuvoje. Tam būtų tikslinga pakeisti 2 pav. pateiktą rekomenduojamų ir neprivalomų laukų statusą, kad MO metaaprašai

suteiktų naudotojams patogesnių ir spartesnių daugkartinio panaudojamumo MO paieškos galimybių. Pagrindiniai MO metaduomenų standarto laukai, kurių žodyno reikšmės galėtų nusakyti maksimalų MO panaudojamumą, yra tie, kurie aprašo mokymosi objekto struktūrą (1.7), jo funkcinio granuliavimo (agregacijos) lygį (1.8), MO edukacinį tipą (5.2) ir ryšius su kitais MO (7.1).

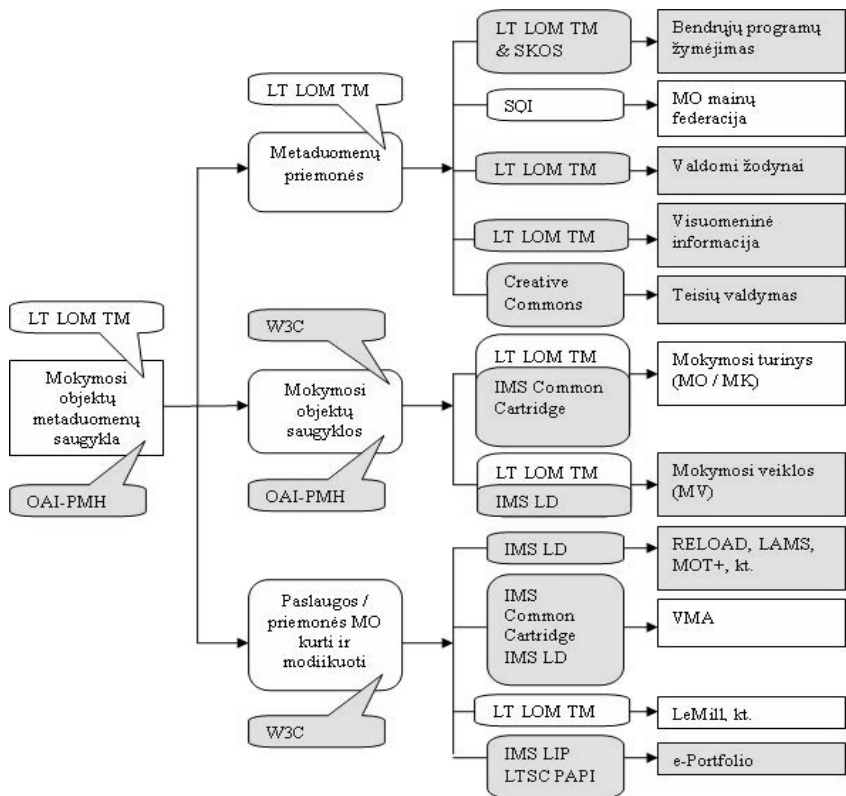


2 pav. Rekomendacijos LOM taikymo modeliui

1.7. Bibliotekos sudedamosios dalys (3 pav.) ir jų sąveikumas (4 pav.)



3 pav. Bibliotekos sudedamųjų dalių sąryšio schema



4 pav. Bibliotekos sudedamųjų dalių sąveikumo schema

Geltonai žymimos dar neįgyvendintos ar iš dalies įgyvendintos Lietuvoje priemonės.

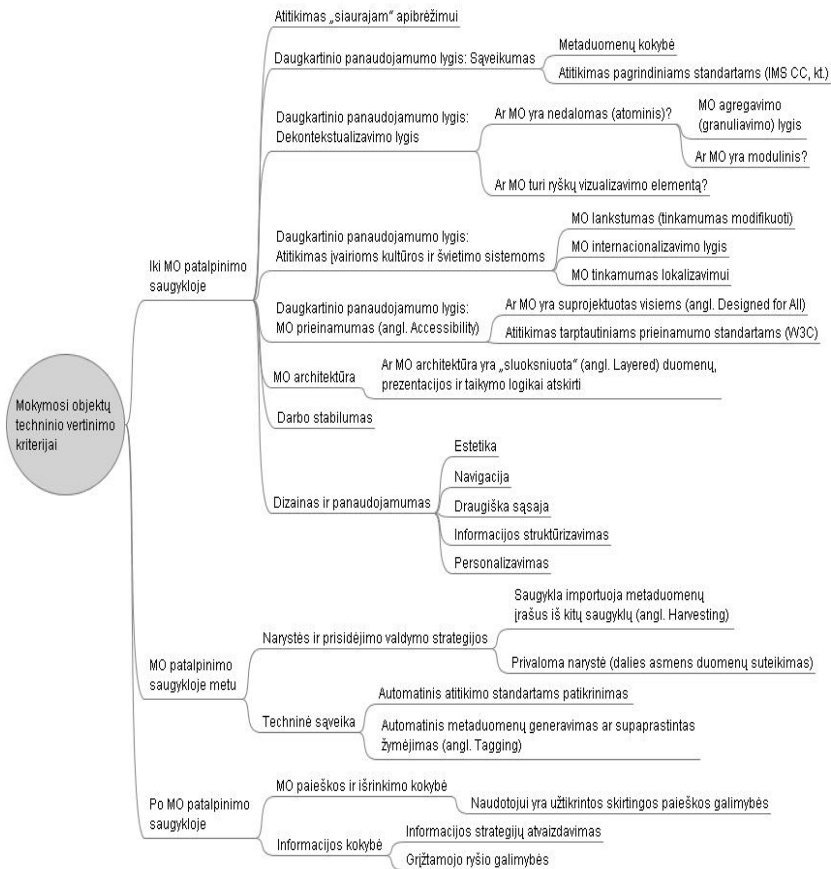
2. Bibliotekos sudedamųjų dalių techninis vertinimas

2.1. Mokymosi objektų techninio vertinimo kriterijai: literatūros analizė
Esamų MO techninio vertinimo priemonių pagrindiniai trūkumai:

- Siauras vertinimas, neskiriamas dėmesys MO gyvavimo saugykloje ciklo stadijų skirtumams.
- Nepakankamas dėmesys pradiniam, dar iki MO patalpavimo saugykloje, techninio vertinimo kriterijams.

- Nepakankamai vertinami MO pakartotino panaudojamumo (tarp jų – sąveikumo) kriterijai.
Būtina kompleksinė MO techninio vertinimo kriterijų priemonė.

2.2. Kompleksinė mokymosi objektų techninio vertinimo priemonė (5 pav.)



5 pav. Mokymosi objektų (ir susijusių saugyklų priemonių) techninio vertinimo kriterijai

2.3. VMA techninio vertinimo kriterijai: literatūros analizė

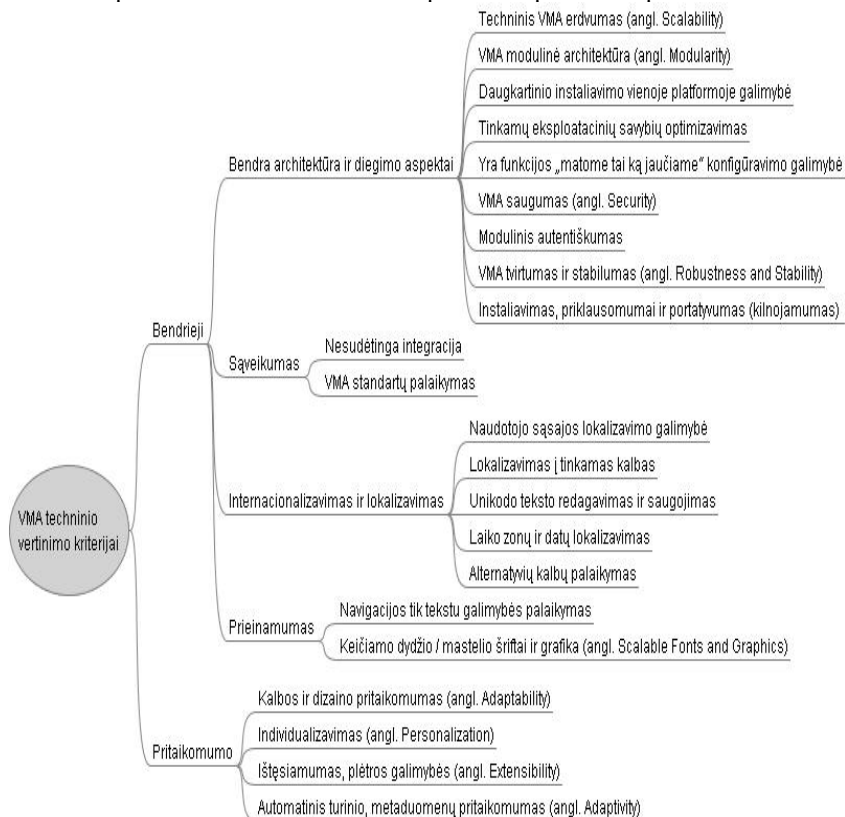
Esamos VMA techninio vertinimo priemonių pagrindiniai trūkumai:

- Siauras vertinimas, neskiriamas dėmesys virtualiųjų mokymosi aplinkų pritaikomumo (adaptavimo) kriterijams.
- Nepakankamas dėmesys VMA bendriems techninio vertinimo (tarp jų – sąveikumo) kriterijams .

Būtina kompleksinė VMA techninio vertinimo kriterijų priemonė.

2.4. VMA techninio vertinimo priemonė ir praktinis atvirųjų VMA įvertinimas

VMA kompleksinė techninio vertinimo priemonė pateikta 6 pav.:



6 pav. Virtualiųjų mokymosi aplinkų techninio vertinimo kriterijai

Virtualiųjų mokymosi aplinkų techninio vertinimo rezultatai pateikti 1 lentelėje:

1 lentelė. Atvirųjų virtualiųjų mokymosi aplinkų techninio vertinimo suvestinė

Vertinimo kriterijai	ATutor	Ilias	Moodle
Bendrieji techniniai kriterijai			
1. Architektūra ir diegimas	Reitingas 2	Reitingas 1	Reitingas 4
2. Saveikumas	Reitingas 3	Reitingas 3	Reitingas 2
3. Internacionalizavimas ir lokalizavimas	Reitingas 1	Reitingas 2	Reitingas 3
4. Prieinamumas	Reitingas 4	Reitingas 1	Reitingas 2
Tarpinis vertinimo reitingas:	10	7	11
Pritaikomumo kriterijai			
5. Kalbos ir dizaino pritaikomumas	Reitingas 1	Reitingas 2	Reitingas 3
6. Personalizavimas	Reitingas 3	Reitingas 3	Reitingas 2
7. Ištiesiamumas, plėtros galimybės	Reitingas 3	Reitingas 4	Reitingas 4
8. Automatinis turinio, metaduomenų pritaikomumas	Reitingas 1	Reitingas 0	Reitingas 1
Tarpinis vertinimo reitingas:	8	9	10
Bendras vertinimo reitingas:	18	16	21

3. Skaitmeninės bibliotekos kūrimas Lietuvos švietimui

3.1. Dabartinė būklė

(1) remiantis autoriaus VMA techninio, pedagoginio ir organizacinio vertinimo tyrimais naudojimui bendrojo lavinimo sistemoje buvo atrinkta ir lokalizuota atviroji modulinės architektūros aukšto pritaikomumo lygio VMA „Moodle“; (2) lokalizuotas MO metaduomenų standarto taikymo modelis LOM AP v2.0; (3) sukurta centrinė šalies MO metaduomenų saugykla ir jos valdymo sistema. Tam naudojama MySQL duomenų bazė (min v4.1.22), PHP (min v5.1) ir Java technologijos, Švietimo informacinių technologijų centro Apache web serveris (min v2.2) ir Linux operacinė sistema; (4) sukurta MO metaduomenų valdymo sistemos žiniatinklinė draugiška sąsaja; (5) remiantis LOM AP v2.0 aprašyta per 1200 Lietuvos MO, jų metaduomenys patalpinti centrinėje MO metaduomenų saugykloje; (6) nuotoliniai mokymo(-si) kursai ir kiti išteklių suskaidyti į mažesnės apimties kursus ir į mokymosi komponentus. Mažesni kursai pateikiami saugykloje taikant SCORM 2004 saugojimo ir tvarkymo standartą, kuris leidžia naudoti MO skirtingose VMA; (7) centrinė MO metaduomenų saugykla prijungta prie atvirosios Europos mokymosi išteklių mainų federacinės sistemos.

3.2. Rekomendacijos skaitmeninei bibliotekai plėtoti

(1) Įdiegti prieinamumo standartus visoms bibliotekos sudedamosioms dalims.

- (2) Vieningai tvarkyti mokymosi objektus ir jų saugyklas:
- Pritaikyti ir įdiegti MO saugyklų tarpusavio sąveikumo standartus (OAI–PMH) ir užtikrinti saugyklų ir VMA sąveikumą.
 - Pritaikyti ir įdiegti IMS Common Cartridge – CC (IMS Content Packaging (CP) taikymo modelis, kurį sudaro IMS CP ir IMS Question and Test Interoperability specifikacija bei LOM standartas) ir IMS Learning Design (LD) specifikacijas.
- (3) Įdiegti mokymosi objektų metaduomenų priemones:
- Bendrųjų programų žymėjimo ir atvaizdavimo technologijas, kuriuos padėtų rasti atitinkamus MO saugyklose ir VMA.
 - Pagrindinius Lietuvos LOM taikymo modeliu valdomus žodynus (pvz., dalykų ir kompetencijų taksonomijas).
 - Socialinio žymėjimo funkciją (*angl. Tagging*).
 - Mokymosi objektų skaitmeninių (autorių) teisių valdymo sistemą, pagrįstą kūrybinio bendradarbiavimo (*Creative Commons*) licencijomis.
- (4) Įdiegti paslaugas ir priemones mokymosi objektams kurti ir modifikuoti:
- Mokymosi vienetus (palaikančius IMS LD) ir jų kūrimo bei daugkartinio panaudojamumo priemones (pvz., RELOAD, LAMS, MOT+, CopperCore, LAMS v2.0.3 kartu su Moodle v1.8).
 - Lokalizuotas VMA, palaikančias IMS CC ir IMS LD specifikacijas.
 - Mokytojų ir besimokančiųjų el. portfelio (e-Portfolio) sistemas, pagrįstas IMS LIP ir IEEE LTSC PAPI specifikacijomis.

4. Bendrosios išvados, rekomendacijos ir rezultatai

Bendrosios išvados ir rekomendacijos

1. Darbe atskleidžiama, kad MO maksimalaus daugkartinio panaudojamumo principas – pagrindinis skaitmeninės bibliotekos lankstumo veiksnys. Analizė parodė, kad lanksti biblioteka turi būti pagrįsta MO suskirstymo į du atskirus tipus – mokymosi komponentus ir mokymosi vienetus – principu, o lanksčiai bibliotekai tinkamos VMA turi turėti aukštą pritaikomumo lygį (reitingą).
2. Tyrimas parodė, kad tinkamo LOM taikymo modelio sukūrimas ir bendrųjų programų sąryšis su MO yra svarbiausios sąveikumo problemos didinant ir gerinant sukurtų MO naudojimą.
3. Ištyrus paaiškėjo, kad Bendrųjų programų sąryšio su MO problemai išspręsti labiausiai tinka bendrųjų programų žymėjimo metodas naudojant du mažesnius valdomus LOM dalyko ar temos ir subkompetencijų žodynus vietoje vieno didelio kompetencijų žodyno. Tai leistų naudotojams žymiai sparčiau (apie 1,5 min lyginant su 1,5

- val. ieškant su „Google“ ir patogiau surasti MO, atitinkančius bendrąsias programas.
4. Tyrimas parodė, kad LOM standarto laukai, kurių žodyno reikšmės nusako maksimalų MO panaudojamumą, aprašo MO struktūrą, jo funkcinio granuliavimo (agregacijos) lygį, MO edukacinį tipą ir ryšį su kitais MO. Šiems LOM standarto laukams tikslinga suteikti aukštesnį statusą ir jų reikšmes naudoti išplėstinei MO paieškai. Tai leistų naudotojams žymiai sparčiau (apie 60 kartų Lietuvos biologijos MO atveju) ir patogiau surasti daugkartinio panaudojamumo MO.
 5. Tyrimas parodė, kad lanksčios bibliotekos MO ir VMA techniniai vertinimai tikslinga taikyti MO daugkartinio panaudojamumo (tarp jų – ir sąveikumo) ir VMA sąveikumo ir pritaikomumo kriterijus. Tai leistų sukurti kompleksines MO ir VMA techninio vertinimo priemones.

Rezultatai

Remiantis bendrosiomis išvadomis ir rekomendacijomis, darbe pateikiama:

1. Rekomendacijos Europos mokymosi išteklių mainų sistemai kurti.
2. Rekomendacijos Bendrųjų programų sąryšiams su MO generuoti.
3. Rekomendacijos LOM standarto taikymo modeliui tobulinti.
4. Rekomendacijos lanksčios bibliotekos sudedamųjų dalių sąveikumui užtikrinti.
5. Kompleksinės MO ir VMA techninio vertinimo priemonės.
6. Populiarių atvirųjų VMA techninio vertinimo rezultatai.
7. Dalinė skaitmeninės bibliotekos Lietuvos švietimui programinė įranga ir rekomendacijos jos plėtotei.

Mokslo straipsniai disertacijos tema, publikuoti recenzuojamuose periodiniuose leidiniuose, įtrauktuose į tarptautines duomenų bazines

1. KURILOVAS, E.; KUBILINSKIENĖ, S. Interoperability Framework for Components of Digital Library of Educational Resources and Services. *Informacijos mokslai*. Vilnius, 2008, Vol. 44, p. 89–98. ISSN 1392-0561 [C.E.E.O.L.]
2. DAGIENĖ, V.; KURILOVAS, E. Design of Lithuanian Digital Library of Educational Resources and Services: the Problem of Interoperability. *Information Technologies and Control*. Kaunas: Technologija, 2007, Vol. 36 (4), p. 402–411. ISSN 1392-124X [INSPEC]
3. KURILOVAS, E. Digital Library of Educational Resources and Services: Evaluation of Components. *Informacijos mokslai*. Vilnius, 2007, Vol. 42–43, p. 69–77. ISSN 1392-0561 [C.E.E.O.L.]

4. KURILOVAS, E. Several aspects of technical and pedagogical evaluation of virtual learning environments. *Informatics in Education*, Vilnius, 2005, Vol. 4 (2), p. 215–252. ISSN 1648-5831 [INSPEC]

Mokslų straipsniai disertacijos tema, publikuoti recenzuojamuose konferencijų leidiniuose, įtrauktuose į tarptautines duomenų bazes

5. KURILOVAS, E.; KUBILINSKIENĖ, S. Creation of Lithuanian Digital Library of Educational Resources and Services: the Hypothesis, Contemporary Practice, and Future Objectives. In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Learning Object Discovery & Exchange (LODE'07) within the 2nd European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL07)*. Sissi, Crete, Greece, 17–20 September, 2007, Vol. 311, p. 11–15. Available from Internet: <<http://CEUR-WS.org/Vol-311/>>. ISSN 1613-0073 [CEUR Workshop proceedings]
6. KURILOVAS, E. Virtual Learning Environments: Benefits and Potentials to Support Social Constructivist Pedagogies. In: *Proceedings of the 2nd International Conference "Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives" (ISSEP 2006)*. Vilnius, Lithuania, 7–11 November, 2006. Selected papers, p. 166–175. ISBN 9955-680-47-4 [ISI Proceedings]
7. JEVSIKOVA, T.; KURILOVAS, E. European Learning Resource Exchange: Policy and Practice. In: *Proceedings of the 2nd International Conference "Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives" (ISSEP 2006)*. Vilnius, Lithuania, 7–11 November, 2006. Selected papers, p. 670–676. ISBN 9955-680-47-4 [ISI Proceedings]

Straipsniai disertacijos tema, publikuoti kitų mokslinių konferencijų leidiniuose

8. KURILOVAS, E. Creation of Lithuanian Digital Library of Educational Resources and Services: Several System Interoperability and Evaluation Aspects. In: *Informacinė visuomenė ir universitetinės studijos (IVUS'07). 12-osios tarptautinės doktorantų ir magistrantų konferencijos pranešimų medžiaga*. Vytauto Didžiojo universitetas, Kaunas, Lietuva, 2007 m. gegužės 16 d., p. 45–66. ISBN 978-9955-12-207-4
9. KURILOVAS, E.; KUBILINSKIENĖ, S. E-mokymosi turinio semantinis sąveikumas: problema ir praktiniai sprendimai. In: *Informacinės technologijos 2007. Mokslinės techninės konferencijos pranešimų medžiaga*. Kauno technologijos universitetas, Kaunas,

Lietuva, 2007 m. sausio 31 d. – vasario 1 d., p. 102–106. ISSN 1822-6337

10. KURILOVAS, E. The Conceptual Structure of European E-Learning Delivery Model. In: *Proceedings of International Scientific Practical Conference "Information & Communication Technology in Natural Science Education"*. Šiauliai University, Šiauliai, Lithuania, 1–2 December, 2006, p. 51–57. ISBN 9986-38-711-6

Trumpos žinios apie autorių

Jevgenij Kurilov gimė 1964 m. kovo 8 d. Vilniuje.

1981 metais baigė Vilniaus Naujamiesčio (8-ąją) vidurinę mokyklą (apdovanotas aukso medaliu). 1986 metais Vilniaus universitete įgijo taikomosios matematikos inžinieriaus magistro laipsnį. Nuo 2001 metų yra Švietimo ir mokslo ministerijos Švietimo informacinių technologijų centro Projektų (vėliau – Tarptautinių mokymų) skyriaus vedėjas. Koordinuoja tarptautinius mokslo ir technologijų projektus, Lietuvos skaitmeninės bibliotekos projektavimo ir diegimo darbus. Nuo 2003 metų buvo Matematikos ir informatikos instituto doktorantas. Tyrimų sritis apima el. mokymosi technologinius ir pedagoginius aspektus, tarp jų – mokymosi objektų sąveikumą ir sąryšius. J. Kurilov yra Europos mokyklų tinklo asociacijos Valdymo komiteto ir Lietuvos kompiuterininkų sąjungos narys.

DIGITAL LIBRARY OF EDUCATION RESOURCES AND SERVICES COMPONENTS INTEROPERABILITY PROBLEMS

Topicality of the problem

The main scientific problems investigated in this work deal with the creation of flexible open source e-Learning content and services system (referred here as Digital Library of Educational resources and services – DLE) providing learning customisation possibilities for its users.

Standards and interoperability are key factors in the success of the introduction of such kind of DLEs, and therefore the main research object of the work is investigation and proposal of interoperability guidelines for DLE components. The main problem is not the identification of suitable standards and specifications, but the adoption of these standards and specifications and their application in e-Learning practice. Approaches concerning LOM Standard Application Profiles (APs) and curricula mapping are the main topics created and investigated here because they could provide more quick and convenient LOs search possibilities in the repositories for the users.

Another key factor is quality of DLE systems, and therefore one more research object of the work is the effectiveness of methods of DLE components

evaluation. DLE components' complex evaluation tools suitable for systems based on flexible approach have been created. These tools should include a number of criteria to evaluate LOs reusability level and VLEs adaptation capabilities.

Practice of flexible DLE software creation and development for Lithuanian primary, secondary and vocational education based of flexible approach is presented in more detail.

The dissertation topic is high on the agenda of European Commission (6FP, 7FP and eContent*plus* programmes), UNESCO, USA, Canada, and Australia.

Implementation of the vision and several tasks of the new Strategy and Programme for the Introduction of Information and Communication Technologies (ICT) into Lithuanian General and Vocational Education for 2008–2012 require large scale dissertation topic–related research and development, and the dissertation could be the basic research work to successfully implement the main task and the vision of the Strategy.

Aims and tasks of the work

The Aims of the Work:

1. To create recommendations how to improve e-Learning standards and specifications adoption and application in e-Learning practices for flexible DLE working.
2. To create complex criteria and tools suitable for technical evaluation of the main components of flexible DLE, namely LOs and VLEs.

The Tasks of the Work:

1. To formulate and analyse the key principles of creation and development of flexible DLE: ultimate reusability of Learning Objects (LOs), namely Learning Assets and Units of Learning, and adaptation capabilities of Virtual Learning Environments (VLEs).
2. After investigating the main interoperability standards and specifications for DLE, to formulate guidelines how to improve e-Learning standards and specifications, namely:
 - To analyse, validate and provide recommendations for European Learning Resource Exchange (LRE) system for schools.
 - To analyse and provide recommendations for curriculum mapping and integration with LOs metadata on EU and Lithuanian level.
 - To provide recommendations for improvement of LOM APs.
 - To provide recommendations for flexible DLE components and their interoperability.
3. To formulate LOs complex technical evaluation criteria for flexible DLE (incl. Reusability / Interoperability criteria).

4. To formulate VLEs complex technical evaluation criteria for flexible DLE (incl. Adaptation and Interoperability criteria), and to evaluate popular open source VLEs against these criteria.
5. To partly create the practical example of implementation of flexible DLE – DLE for Lithuanian general and vocational education, and to prepare recommendations for its future development.

Scientific novelty

1. Formulation and analysis of the key principles of creation and development of flexible DLE.
2. Analysis, validation and recommendations for LRE system.
3. Analysis and recommendations for curriculum mapping tool and curriculum integration with LOs on European and Lithuanian level.
4. Recommendations for improvement of existing LOM APs.
5. Recommendations for flexible DLE components and their interoperability.
6. Creation of LOs complex technical evaluation criteria for flexible DLE including their reusability (incl. Interoperability) criteria.
7. Creation of VLEs complex technical evaluation criteria for flexible DLE including their adaptation capabilities criteria. Practical evaluation of the popular open source VLEs against these criteria.
8. Creation of the practical example of implementation of flexible DLE – DLE for Lithuanian general and vocational education, and formulation of recommendations for its future development.

Methodology of research

For the general analysis of proposed scientific approach to DLE creation and development and its components interoperability guidelines, methods of bibliographic research and comparative analysis have been used on Lithuanian and foreign scientific works published in periodicals and various Internet sources. To formulate and analyse DLE interoperability guidelines, system analysis method has been used. To analyze DLE components evaluation criteria, methods of comparative analysis have been used. To validate European LRE system and LOM AP, and to evaluate VLEs, method of experimental research has been used. The experimental method has been applied for DLE software creation, and to summarize the results – evaluative research method.

Practical value

The results of the work are relevant, first of all, for European national and regional agencies responsible for e-Learning content and services provision for primary, secondary and vocational schools as well as for schools themselves. They could be also relevant for implementation in higher and further education

institutions. The results of the work should be the scientific basis, and created experimental DLE software should be the technological basis for implementation of the Strategy and Programme for the Introduction of ICT into Lithuanian General and Vocational Education for 2008–2012.

Defended propositions

1. The principles of ultimate increase of LOs reusability (based on the idea of LOs partition to the two main separate parts – Learning Assets and Units of Learning) and VLEs adaptability are the main factors of DLE flexibility.
2. Approaches concerning APs and curricula mapping are the main problems while increasing and improving LOs usability.
3. Curricula mapping should make interoperability possible by making use of two smaller controlled vocabularies instead of a very large one on competencies.
4. It would be purposeful to improve existing LOM APs to provide more quick and convenient search of ultimately reusable LOs possibilities by the means of changing (advancing) the status of following LOM AP elements: 1.7 General.Structure; 1.8 General.Aggregation Level; 5.2 Educational.Learning Resource Type; and 7.1 Relation.Kind.
5. LOs and VLEs technical evaluation tools should include a number of criteria to evaluate LOs reusability level and VLEs adaptation capabilities and interoperability.

The scope of the scientific work

The scientific work consists of 6 chapters (incl. General Conclusions and Recommendations), list of references (literature), and list of author's publications. The total scope of the dissertation is 194 pages, 39 figures, and 19 tables.

General Conclusions, Recommendations and Results

General Conclusions and Recommendations:

1. The research has shown that the principle of ultimate increase of reusability of LOs is the main factor of DLE flexibility. It has been investigated that flexible approach to DLE creation and development should be based on the idea of LOs' partition to the two main separate parts (Learning Assets and Units of Learning). VLEs suitable for flexible DLE should have a high level of adaptation capabilities.
2. It has been investigated that approaches concerning APs and curricula mapping are the main problems while increasing and improving LOs usability and creating any metadata guidelines or strategies.

3. The research has shown that curricula mapping should make interoperability possible by making use of two smaller controlled vocabularies instead of a very large one on competencies.
4. It has been investigated that it would be purposeful to improve LRE AP v3.0 to provide more quick (about 60 times) and convenient search possibilities for those searching ultimately reusable LOs by the means of changing (advancing) the status of four of LRE AP elements: 1.7 General. Structure; 1.8 General. Aggregation Level; 5.2 Educational. Learning Resource Type; and 7.1 Relation. Kind.
5. It has been investigated that LOs and VLEs technical evaluation tools should include a number of criteria to evaluate LOs reusability level and VLEs adaptation capabilities and interoperability.

The Results

The following results based on aforementioned conclusions have been obtained:

1. Recommendations for European Learning Resource Exchange system.
2. Recommendations for curriculum mapping tool and curriculum integration with LOs on European and Lithuanian level.
3. Recommendations for improvement of existing IEEE LOM APs.
4. Recommendations for flexible DLE components and their interoperability.
5. Creation of LOs and VLEs complex technical evaluation criteria.
6. Popular open source VLEs practical evaluation results.
7. Creation of the practical example of implementation of flexible DLE – DLE for Lithuanian general and vocational education, and formulation of recommendations for its future development.

About the author

Jevgenij Kurilov was born in Vilnius, on 8 of March, 1964.

He has finished the Naujamiesčio (former 8th) secondary school in 1981 obtaining the gold medal, and Vilnius University in 1986 acquiring a master's degree in applied mathematics engineering. Since 2001 he has been a Head of Projects (at the moment – International Training) Department at the Centre for IT in Education under the Ministry of Education and Science of Lithuania responsible for DLE / LRE development. Since 2003 he has been a PhD student at the Institute of Mathematics and Informatics. His area of interest includes e-Learning technical and pedagogical aspects especially e-content interoperability and exchange. J. Kurilov is a member of European Schoolnet (EUN) Steering Committee and Lithuanian Computer Society.

Jevgenij Kurilov

**DIGITAL LIBRARY OF EDUCATION RESOURCES AND SERVICES
COMPONENTS INTEROPERABILITY PROBLEMS**

**Summary of Doctoral Dissertation
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)**

Jevgenij Kurilov

**ŠVIETIMO IŠTEKLIŲ IR PASLAUGŲ SKAITMENINĖS
BIBLIOTEKOS SUDEDAMŲJŲ DALIŲ SAŲEIKUMO PROBLEAMOS**

**Daktaro disertacijos santrauka
Technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T)**

2008 03 13. 1,5 sp. l. Tiražas 100 egz.
Vilniaus Gedimino technikos universiteto leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, <http://leidykla.vgtu.lt>
Spausdino UAB „Baltijos kopija“,
Kareivių g. 13B, 09109 Vilnius, <http://www.kopija.lt>