

**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ
ФАКУЛТЕТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
КАТЕДРА „КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ“**

ЕМИЛ ХРИСТОВ ДОЙЧЕВ

СРЕДА ЗА ЕЛЕКТРОННИ ОБРАЗОВАТЕЛНИ УСЛУГИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен “доктор”
в област 4. *Природни науки, математика и информатика*,
професионално направление 4.6 *Информатика и компютърни науки*,
докторска програма *Информатика*

Научни ръководители: проф. д-р Станимир Стоянов
проф. д-р Асен Рахнев

Рецензенти: акад. проф. д.т.н. Иван Попчев
проф. д-р Даниела Орозова

Пловдив
2013

Дисертационният труд е обсъден и насрочен за защита на разширено заседание на катедра „Компютърни системи“ при Факултета по математика и информатика на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Дисертационният труд съдържа 154 страници. Използваната литература включва 215 източника. Списъкът с авторските публикации по темата съдържа 4 заглавия, от които 1 на английски и 3 на български език.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 02.08.2013 г. от 13:00 в заседателната зала на Факултета по математика и информатика на ПУ „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив.

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в секретариата на ФМИ, нова сграда на ПУ, каб. 330, всеки ден от 8:30 до 17:00 часа.

Автор: Емил Христов Дойчев

Заглавие: Среда за електронни образователни услуги

Тираж: 100 бр.

Пловдив, 2013 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	4
ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	5
СТРУКТУРА И ОБЕМ НА ДИСЕРТАЦИЯТА	5
КРАТКО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	6
ГЛАВА I. СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНИЯ ПРОБЛЕМ	6
Понятиен апарат	6
Стандарти за електронно обучение	6
Архитектури за електронно обучение	7
Системи за електронно обучение	7
Персонализация и адаптация на системи за електронно обучение	7
Интелигентни електронни услуги	8
Дигитални библиотеки	8
Следващо поколение системи за електронно обучение	8
Предизвикателства към създаване на съвременни среди за електронно обучение	9
ГЛАВА II. АРХИТЕКТУРА НА ОБРАЗОВАТЕЛНИЯ КЛЪСТЕР MyDELС	9
Разширен концептуален модел на DeLC	10
Адаптация и персонализация	12
Помощен възел СУП	14
ГЛАВА III. ОБРАЗОВАТЕЛЕН ПОРТАЛ DeLC	14
Електронни услуги	15
SCORM машина	16
Тестова система	17
Система за управление на събития	19
ГЛАВА IV. ВИРТУАЛНО ОБРАЗОВАТЕЛНО ПРОСТРАНСТВО	20
Асинхронна информационна магистрала	20
Архитектура и изграждане на ВОП	20
ПЕРСПЕКТИВИ	22
АПРОБАЦИЯ	23
Апробация на СУП	23
Апробация на DeLC	23
АВТОРСКА СПРАВКА ЗА РЕЗУЛТАТИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	24
БЛАГОДАРНОСТИ	25
ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	26
ДОКЛАДИ НА РАБОТНИ СРЕЩИ	26
БИБЛИОГРАФИЯ	27

Обща характеристика на дисертационния труд

Използването на интернет в образователния процес се превърна в трайна тенденция в съвременните висши учебни заведения. Платформите за електронно обучение стават все по-значителна част от стратегията за предоставяне на онлайн и гъвкаво обучение и образование [94]. В световен мащаб експлозивно нараства търсенето на ефективно работещи платформи за електронно обучение. Очертават се изисквания за следващото поколение системи, платформи и среди за електронно обучение, осигуряващи по-голяма динамика, гъвкавост, адаптивност и персонализация [24,70].

В отговор на съвременните потребности за подпомагане на обучението посредством използване на съвременни информационни и комуникационни технологии, във ФМИ на Пловдивския университет се разработва инфраструктура, наречена Разпределен център за електронно обучение (DeLC). Концептуално DeLC е динамична мрежова структура, състояща се от [88,90,89,42]:

- *Възли* - върху тях могат да бъдат разполагани електронни образователни услуги и хранилища за електронно съдържание;
- *Релации* – специфицират определени зависимости между възлите.

Спрямо предназначението си възлите могат да бъдат от различен тип:

- *Образователни възли* – предоставящи електронни образователни услуги и електронно учебно съдържание посредством подходящ потребителски интерфейс;
- *Помощни възли* – прозрачни за потребителя възли, задачата на които е да подпомагат функционирането на образователните възли;
- *Специализирани възли* – предоставят специфични услуги за потребители със специален статус.

Възлите могат да оперират самостоятелно или динамично да се свързват помежду си, образувайки комплексни виртуални структури, наречени *образователни клъстери*.

В текущата версия на DeLC има изградени следните възли:

- *Education Portal for Secondary School in Brezovo (EP_B)* - възел с фиксиран достъп, в който е реализиран образователен портал на СОУ “Хр. Смирненски”, гр. Брезово [104].
- *DeLC Test Center (DeTC)* - клъстер с отворена инфраструктура, която предлага услуги за електронно тестване, локализиращи върху различни възли, с възможност за частична и автоматично контролирана интеграция, в рамките на предварително дефинирани виртуални структури [108,72].
- специализиран възел *eLSE (e-Learning in Software Engineering)* [109] – съдържащ средства за подпомагане на обучението по *Софтуерни технологии* [82,83,43]
- *Information Stations (IS)* възел [86,85].

Ядрото на DeLC е възелът *DeLC портал*, който се използва за организация и провеждане на електронно обучение във ФМИ. Около това ядро се изграждат още два нови възела:

- *Agent Village (AV)* е помощен възел, който доставя специализирана помощ на услугите, предоставяни от образователния портал на DeLC, под формата на „асистенти“ [91,84]. Асистентите са реализирани като интелигентни агенти.
- *CADeLC (Creativity Assitant)* е специализиран възел за изучаване и идентифициране на креативното мислене и действие на обучаемите. Възелът е адаптация на средата Creativity Assistant, разработена в Де Монсфорд университета, Лестър [98]. CADeLC [103] е програмна среда за събиране и съхраняване информация за настроеността и действията на обучаемите в процеса на усвояване и прилагане на знания. Събраните данни се представят в структури, наречени „карти на креативност“ (Creativity Maps).

Цялостната концепция за DeLC, като контекстно-зависима и адаптивна инфраструктура за електронно обучение е представена в [80]. Представеното в дисертация изследване е съставна част от изграждането на инфраструктурата на DeLC.

Цел и задачи на дисертационния труд

Основна цел на дисертационния труд е изграждане на среда за *адаптивно и персонализирано* доставяне на образователни услуги и учебно съдържание в съответствие с концепцията на DeLC.

За постигане на тази цел е предложена методология, с помощта на която да се очертае рамката на изследването на основата на която да се определят задачите на дисертацията. Методологията е подробно описана в дисертационния труд. Според нея разработването на средата трябва да спазва два принципа – *еволюционно прототипиране* и *итеративно и инкрементално разработване*.

В съответствие с методологията са дефинирани следните задачи на дисертацията:

1. Разработване архитектура на среда за доставка на електронни образователни услуги и електронно учебно съдържание, поддържаща стандарта SCORM и частично стандарта CC (спецификацията за електронно тестване) ;
2. Разработване и пълна прототипна реализация на средата, включително и тестване и апробация в реален образователен процес – реализиране на първата и частично втората итерация на E-архитектурата;
3. Разработване концепция за трансформиране на прототипа в среда, удовлетворяваща изискванията на eLearning обучителния модел.

Структура и обем на дисертацията

Предложеният дисертационен труд се състои от увод, четири глави и заключение. Обемът на основната част е 130 страници, а на приложената библиография – 16 страници и включва 215 източника. Списъкът с авторските публикации по темата съдържа 4 заглавия, от които 1 на английски 3 на български език.

В първа глава се разглежда текущото състояние в областта на електронното обучение. Обърнато е внимание на наложилите се стандарти и архитектури. Разгледани са някои от най-разпространените системи за електронно обучение в света, както и тези, които са създадени в България.

Във втора глава е разгледана архитектурата на образователния клъстер. Подробно е развита идеята за персонализация и адаптивност на съдържанието и услугите. Разгледан е и интерфейсният възел, с който се разширява концепцията на DeLC.

Трета глава е посветена на изграждането на портала DeLC. Представена е неговата архитектура и подробно са описани отделните машини, които са основните компоненти: SCORM машина, тест машина и машина за управление на събития.

В четвърта глава е представена концепция за *Виртуално образователно пространство*, което е следващата итерация от процеса на разработване на DeLC. Това виртуално пространство удовлетворява изискванията на eLearning обучителния модел.

Като заключение са дадени резултатите от апробацията и тестването на клъстера MyDeLC и е направено обобщение на резултатите. Даден е и граф на дисертационния труд.

Кратко съдържание на дисертационния труд

Глава I. Състояние на изследвания проблем

Понятиен апарат

В ежедневиия език, електронното обучение (или Е-обучението) се свързва с използването на различни видове електронни медии и информационни и комуникационни технологии (ИКТ) в образованието. Е-обучението използва всеобхватен терминология, отнасяща се към различни форми на обучение, различни образователни технологии, различни подходи и модели за преподаване, различна техническа и технологична подкрепа на образователния процес. Обикновено, във всеки отделен случай, в зависимост от целта на използваната система или среда се предпочита определена терминология, като напр., технологично усилено обучение (technology-enhanced learning - TEL), компютърно-базирано обучение (computer-based training - CBT), интернет-базирано обучение (internet-based training - IBT), уеб-базирано обучение (web-based training - WBT), онлайн образование (online education), виртуално обучение (virtual education), дигитално образователно сътрудничество (digital educational collaboration) [31]

Компютърно-базираното обучение (CBT) е форма на интернет-базирано обучение и самообучение чрез електронно представяне на съществуващите обучителни ресурси, като времето за обучение и учебното съдържание са предварително определени [23,67]. Този вид обучение може да се разглежда като технология, допълваща и разширяваща класическите форми.

Едно от многото определения за **смесено обучение (Blended learning)** дадено в [79] е, че смесеното обучение е формална образователна програма, в която студентите получават съдържание и инструкции частично чрез онлайн доставка на съдържание и инструкции, с определени елементи на студентски контрол върху времето, мястото, пътя, скоростта.

Електронно Обучение (ЕО), познато в английската специализирана литература като eLearning. ЕО е качествено нов процес на обучение, неограничен от гледна точка на време и място, при който се осигурява индивидуализация на учебния процес и се предоставят нужните обучителни ресурси при необходимост или поискване от обучаемия в резултат на осъзната необходимост [10].

Стандарти за електронно обучение

Съществуват многобройни общопризнати стандарти за различни аспекти на дейностите, свързани с електронното обучение. Две големи групи:

- *Стандарти за съдържание* – тези стандарти за свързани със структуриране на учебното съдържание, с представяне на въпросите и тестовите при електронното тестване, с метаданните, с достъпност и поделяемост на електронното съдържание, навигация, като трите основни стандарта за метаданни са IEEE-LOM [44], ARIADNE [7] и IMS [47].
- *Стандарти за системи за електронно обучение* – тази група стандарти се занимава с обучителни средства, електронно портфолио, информационно профилиране на обучаемите, системи за управление на академичната общност, компетентност, дигитални хранилища, търсене, доставка и обмен на обучителни обекти.

В контекста на настоящата дисертация и актуалността на проблематиката два основни стандарта са съществени:

- *SCORM 2004* – създаден основно за подпомагане CBT (и по-специално self-paced CBT) модели за компютърно подпомагано обучение;
- *Common Cartridge* – разработен за подпомагане предимно на Blended Learning модели за обучение.

Архитектури за електронно обучение

Не съществува стандартизирана референтна архитектура за среди за електронно обучение. Всички налични архитектури зависят от вида и предназначението на приложението и изискванията на съответната институция. От архитектурна гледна точка няма значителни разлики между отделните системи, като повечето от тях предоставят, както подобни програмни средства, така също реализират близка функционалност, необходими за подпомагане на един образователен процес. По-отчетливи разлики могат да се намерят в изискванията на институциите и във възможностите за интегриране с допълнителни външни приложения. Първоначалната инвестиция от време и сериозни усилия за създаване и конфигуриране на средите за електронно обучение се изплащат с намаляване административното натоварване на преподавателите и предоставяне нови възможности за творческа и креативна работа.

Типичен пример е предложената от BECTa (British Educational Communications and Technology Agency) [11] през 1999 год. архитектура, която оперира като портал за онлайн обучение, основната цел на който е да се позиционира системата за електронно обучение като интегрална част в обхвата на информационната система на конкретна образователна институция. В [61] е представена архитектура на глобална среда за използване от огромен брой потребители, като се използват принципите за изграждане на Интернет разпределени информационни системи.

Инфраструктурата на DeLC, представена най-пълно в [80] има също определени характеристики на референтна архитектура.

Системи за електронно обучение

В момента съществуват повече от 250 известни системи за електронно обучение – стандартни с отворен код, които могат да бъдат адаптирани за различни приложения, професионални за фирмено обучение, специфични, разработени за конкретни университети или образователни институции [97]. Тези системи могат да бъдат класифицирани и сравнявани по различни критерии, като напр. свойства, възможности, технически характеристики [4]. На сайта EduTools [30] се изброяват повече от 80 софтуерни продукта за обучение и е представено сравнение, базирано на 42 функционални възможности. Сравняваните среди, освен базовите оперативни модули, включват различни допълнителни функционални възможности като форуми, управление на съдържанието, викторини с различни видове въпроси. Едни от най-широко използвани системи са Blackboard [13], Ilias [45], Eduplone [29], Claroline [21], SAKAI [75], BSCW [17]. Особен интерес представлява средата с отворен код Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) [28,12]. Moodle е проектирана около педагогически принципи, а именно социалния конструктивизъм философия, използвайки възможности за сътрудничество на Интернет [60]. Moodle има допълнителни възможности, включително SCORM WebQuest и система за управление на документи [99].

Основна характеристика на съществуващите системи е, че са предимно от CBT тип. Научно-изследователският интерес в последните години е насочен към създаване на подходи, модели, архитектури и компоненти за удовлетворяващи определени аспекти на eLearning дефиницията системи.

Персонализация и адаптация на системи за електронно обучение

Идеята за създаване и използване на персонализирани обучителни системи възниква още през 1979 година, когато Allen, Cohen и Perrault [5,6,22] разглеждат възможностите за явно представяне на някои потребителски характеристики по време на диалога и работата с обучителната система. Няколко години по-късно Елън Рич проучва възможностите за изграждане и използване на потребителските модели в различни бизнес, обучителни или маркетингови системи [73].

В началото на 90-те години се създава [51] основната концепция на системите за моделиране на персонализацията, така наречената General User Modelling System (GUMS), която представлява рамката на потребителските модели в обучителните системи и Кобса я нарича UM Shell система.

В средата на 90-те години започва нов етап на академични проучвания в тази област. Създават се множество прототипни системи: *Doppelgaenger* [68], *TAGUS* [69], *UM Toolkit* [53,52], *BGP-MS* [54], *LMS - Learner Modelling Server*.

Началото на новото хилядолетие поставя нови изисквания към системите за обучение. Успоредно с персонализацията се поставят и изисквания за достъп до учебните ресурси и услуги от всяко място и по всяко време. Проучват се възможности за провеждане на адаптиран учебен процес и повишаване нивото на интерактивност между конкретния потребител от една страна и обучаващата система от друга. Разработват се множество персонализирани обучителни системи като: AEN (Adaptive Educational Hypermedia), MOT (My Online Teacher), WHURLE (Web-based Hierarchical Universal Reactive Learning Environment), Blackboard Learning System.

Следващият етап в развитието на адаптивните обучителни системи е свързан с използването на стандарти при създаването и използването на електронни уроци. IEEE Standard for Learning Object Metadata (LOM) е първият официално признат стандарт за описание на учебните единици.

Интелигентни електронни услуги

Персонализацията е един от най-интересните аспекти на интелигентността на електронните услуги. Персонализацията на електронните услуги е дефинирана като “ ... процес на онлайн получаване на информация за потребителите в Интернет и използването ѝ за адаптиране на уеб страници в зависимост от преференциите и нуждите на конкретните потребители” [58]. Допълнителни аспекти на персонализацията, като например подобряване на качеството на взаимодействието на потребителите с услугите, се дискутират в [14,74]. Резултати от изследвания в областта на персонализация на е-услугите могат да се обобщят в следните аспекти [58]:

- Профилно-базирана персонализация на електронни услуги;
- Линк-базирана персонализация на електронни услуги;
- Съдържателно-базирана персонализация на електронни услуги;
- Структурно-базирана персонализация на електронни услуги;
- Препоръчително-базирана персонализация на електронни услуги;

Дигитални библиотеки

Широкото внедряване на цифрови библиотеки през последните години едва ли е изненадващо [25]. В последните години, терминът „цифрова библиотека (DL)“, широко се използва в академичните институции за означаване на електронен регистър, в който академични изследователски резултати могат лесно да се съхраняват и възстановяват. Създаваните различни работни цифрови библиотеки са обикновено академични, осигуряващи свободен достъп до съдържанието.

Заедно с модерни информационни технологии, дигиталните хранилища играят основна роля в електронното обучение. Лекционни курсове, изпитни тестове, упражнения, различни профили и т.н. са примери за многообразието на съставните информационни елементи, които трябва да се съхраняват, управляват и правят достъпни в системите за електронно обучение [15].

Следващо поколение системи за електронно обучение

Нарастващата зависимост на образователния процес от системите за електронно обучение системи и технологиите ще ражда все нови предизвикателства към университетите и средата, в която те функционират. Чрез контролирано инвестиране в бъдещото развитие на

виртуалните среди за обучение, институциите ще бъде в състояние да доставят най-добри условия за учене през следващото десетилетие. Уеб електронните услуги (заедно с агентните технологии) ще играят важна роля в това бъдеще, като основни технологии за подобряване и усъвършенстване на виртуалните образователни среди [20,95,62,33,38,39].

В момента, постижения в информационните технологии, включително и повсеместното внедряване на висока свързаност, направи възможно да се оформят нови медии. Една устойчива, единна, масово мултипотребителска и самоорганизираща виртуална среда за обучение, която се капитализира върху богатите съвместни възможности на технологиите с отворен код е това, което е необходимо да се вдигне електронното обучение на следващо ниво, позволяващо интерактивност, проактивност, конструктивизъм, самоорганизираност [56]. Динамичното поведение доставя социална интерактивност и по такъв начин подпомага създаването на онлайн общности (виртуални села). Все повече и повече онлайн общности ще участват в образователния процес. Педагозите не трябва да се колебаят да създадат и поддържат своето присъствие в интернет [93].

Друг важен аспект в развитието на виртуалните среди е предоставяне на услуги чрез мобилни устройства и безжични комуникационни технологии. Това ще ни отведе една стъпка по-близо до постигането на общата цел на електронното обучение, а именно осигуряването на всяко място и по всяко време образование и обучение. Това развитие често е известна като mLearning, което позволява на учащите да използват разнообразието от мобилни устройства. Понастоящем, огромно количество изследователски проекти в областта на mLearning са в процес на разработка [9,48,8,16,19,32,50,18,59,65] и [66,57,77,64].

В собствената архитектура на DeLC беше също предложено поддръжка на мобилно електронно обучение. Като цяло, архитектурата работи в един университетски кампус [35,34,40]. Тя улеснява ефективен достъп до услуги и ресурси чрез InfoStations, разположени на ключови места в района на университета. Архитектурата има 3 нива, включваща потребителски мобилни устройства, InfoStations, и InfoStation център [36,37,35]. Потребителският достъп до мобилните услуги се реализира посредством Bluetooth и WiFi безжични стандарти [41,42].

Предизвикателства към създаване на съвременни среди за електронно обучение

Изграждането на системи и среди, подпомагащи обучението, от тип eLearning е свързано с преодоляване на сериозни предизвикателства. Завършвайки тази глава ще обобщим основните от тях. Виртуалните среди са изправени пред някои предизвикателства, които не се ограничават до разпространението на учебни материали. Нито пък силните страни на Интернет са напълно оползотворен, нито имат напълно завършена функционалност. Освен това поддържане на автономно, проучвателно, интерактивно, персонализирано и колаборативно обучение. Въпреки това, много университети се опитват да се справят с такива предизвикателства, като използват най-новите компютърни и комуникационни технологии за създаване на среди за ефективно учене и преподаване [20].

Следващото поколение виртуални среди може да се справи с ограниченията на настоящите системи чрез предоставяне на по-богат **социален контекст** за онлайн обучение [56].

Друго предизвикателство, пред което са изправени средите, е **идентификация и усилване на педагогическите възможности**, които ги отличават от традиционното обучение в класните стаи. Това е предизвикателството за високопроизводително електронно обучение, което избягва изкушението за просто имитиране на класната стая, а вместо това се съсредоточава върху реализирането на високо ефективни образователни модели и добри практики.

Глава II. Архитектура на образователния клъстер MyDeLC

В тази глава е предложена принципна архитектура на образователната среда. Средата ще бъде изградена като образователен клъстер в съответствие с концепцията на DeLC [111].

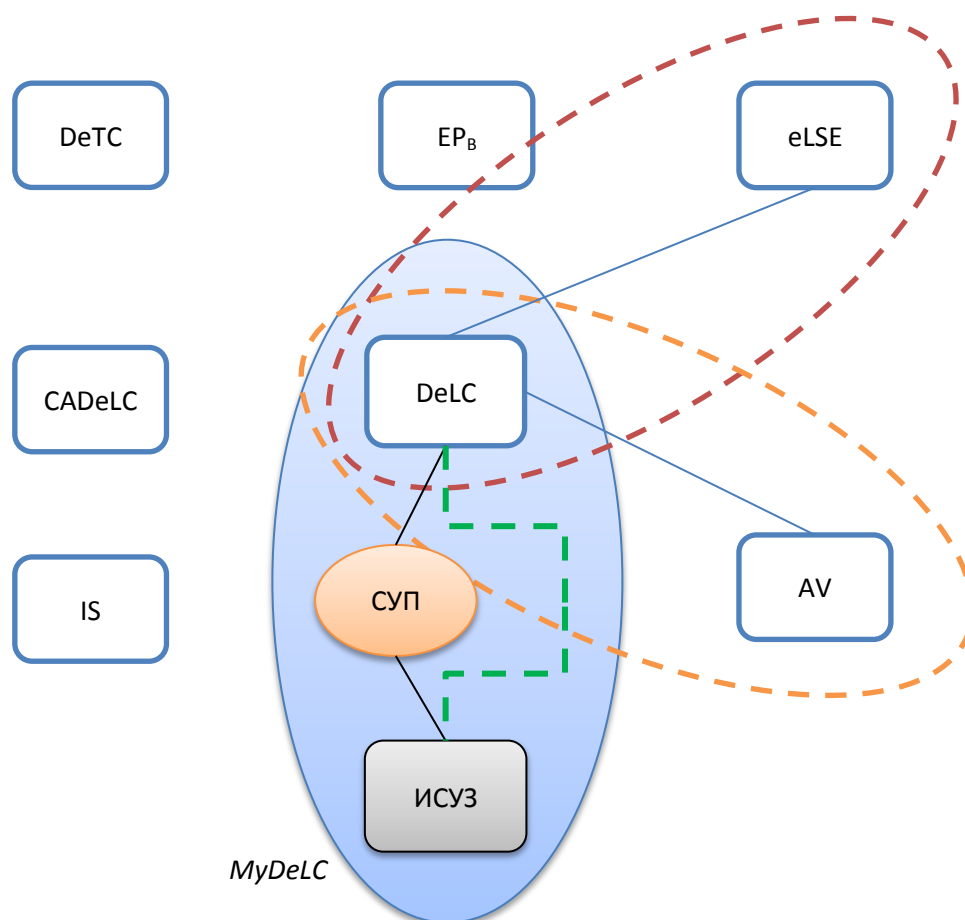
Разширен концептуален модел на DeLC

Една среда за предоставяне на електронни *образователни* услуги е **повече** от среда за електронни услуги. Освен, че тази среда трябва да доставя учебното съдържание в широк набор от формати (за десктоп устройства, мобилни устройства, и т.н.), които да са в подходяща форма за употреба от човек, то според дефинираните цели това съдържание трябва да бъде и адаптивно спрямо персоналните потребности на обучаемия.

Именно тази необходимост за **адаптивност** и **персонализация** на предоставяните услуги и съдържание поставят по-високи изисквания към средата за електронни образователни услуги. За постигането на тези цели преди всичко е необходимо създаването и поддържането на **богат профил** на обучаемия, който да предоставя необходимата информация за персонализиране на работата със средата.

Поддържането на актуален профил с подобна информация е тежко изискване и определено излиза извън функционалността на образователните услуги. От друга страна тази информация се предполага, че в общия случай е налична в *информационната система на учебното заведение (ИСУЗ)*, където е създадена административна организация за поддържането ѝ.

Всичко казано до тук води до извода, че правилният подход не е да се дублира функционалност и дейности, а да се търсят механизми за споделяне на информацията, налична в ИСУЗ. За решаване на този проблем се предлага **разширяване на концепцията на DeLC** с добавяне на възможност за интеграция с външни възли, които са извън рамките на разпределения център.

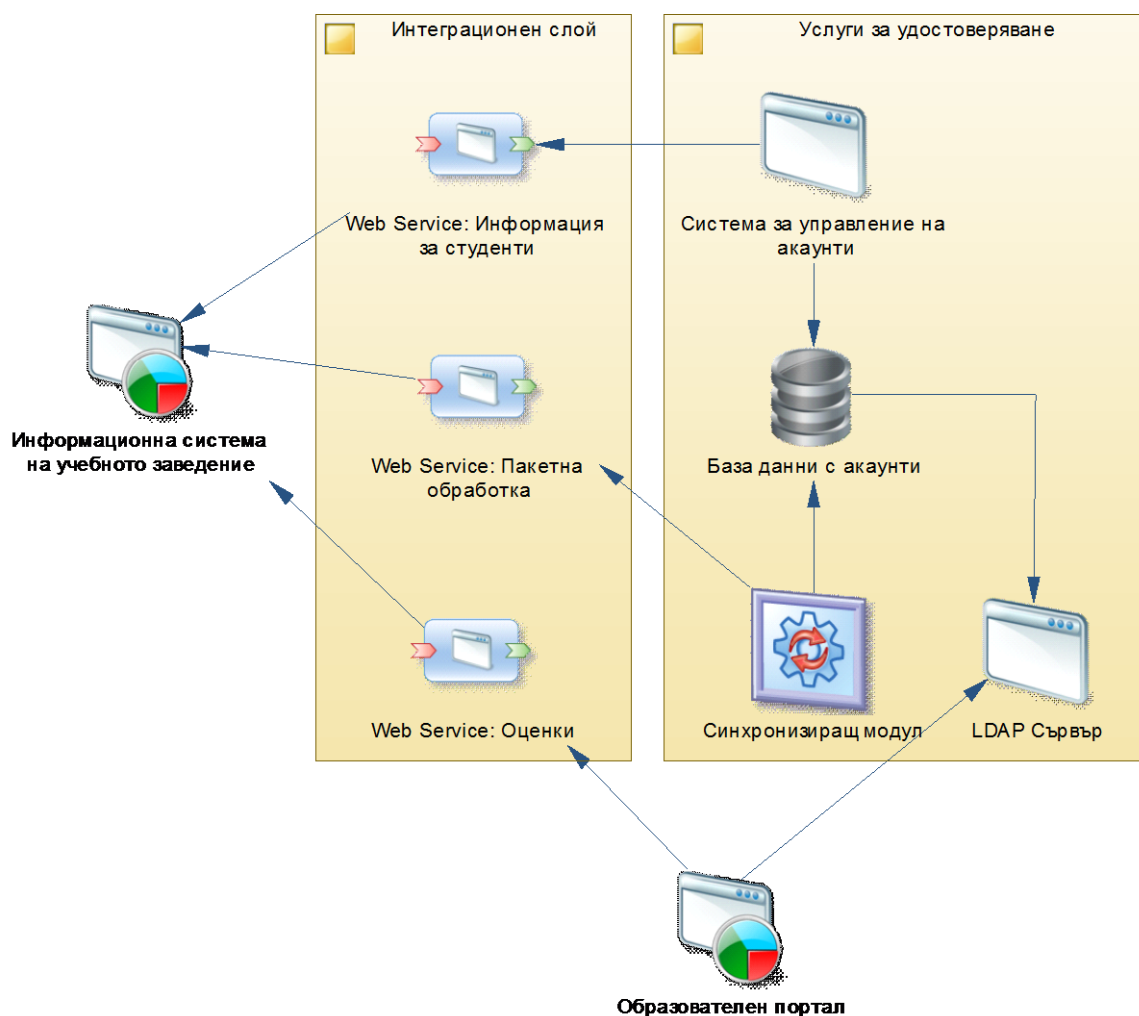


Фигура 1: Разширена архитектура на DeLC

На Фигура 1 е показана разширената концепция с интеграция с външната система ИСУЗ. По този начин се дефинира нов клъстер от два възела – DeLC портал и ИСУЗ (свързани с пунктираната начупена линия). Информацията и услугите, които са обединени в този клъстер дават стабилната основа за реализиране на поставените цели за персонализирана и адаптивна доставка на съдържание и услуги. В този смисъл е и името на клъстера – **MyDeLC**.

За да могат двата възела ефективно да обменят информация е необходимо да бъдат интегрирани. При избора на интеграционна стратегия основните критерии са висока степен на коректност на обменяните данни и възможност за обмяна на информация в реално време. При тези условия автоматизираната интеграция е най-подходяща в случая. Този вид интеграция се характеризира с високи инвестиции в технологии, но пълното елиминиране на човешкия фактор свежда възможността за допускане на грешки до минимум. Затова интерфейсът между двата възела става прекалено сложен. За да се справим с възникналата комплексност се налага да реифицираме интерфейсната връзка, което означава да я трансформираме в *помощен* възел (прозрачен за потребителите), който да осъществява интеграционните процеси между *DeLC портал* и *ИСУЗ*.

По същество, помощният възел се явява *система за управление на потребителски профили* (СУП). От Фигура 1 се вижда, че по този начин ИСУЗ, като външна система, е изолирана от директна комуникация с DeLC портала, което повишава и гъвкавостта на предложената архитектура, тъй като позволява прозрачна интеграция с различни имплементации на ИСУЗ.



Фигура 2: Архитектура на СУП

На Фигура 2 е показана архитектурата на *помощния* възел в клъстера *MyDeLC*. Той се състои от два набора от компоненти:

- уеб услуги (web services), отделени в *интеграционен слой*;
- система за управление на профили с прилежащи модули за синхронизиране и LDAP сървър за предоставяне на удостоверителни услуги.

Уеб услугите добавят локално ниво на абстракция на СУП от конкретната имплементация на ИСУЗ. Те са предната линия на интерфейса между портала DeLC и ИСУЗ.

Преди да разгледаме по-подробно СУП трябва да дефинираме основните понятия от целите на дисертацията – *адаптивност и персонализация*.

Адаптация и персонализация

Подходът за адаптация и персонализация (А&П), реализиран в дисертацията, следва постановките за изграждане на контекстно-зависима архитектура на MyDeLC, представени в [80]. В MyDeLC е прието определението на Дей [27,26], според което *контекст* е всяка информация, която може да се използва за характеризирание на ситуацията в една идентичност, където идентичност може да бъде човек, местоположение или обект, които са съществени (не могат да бъдат пренебрегвани) при взаимодействието между потребител и приложение (включително самият потребител и самото приложение). Контекстът може да бъде от различен тип, напр., освен горепосочените също действие, време и т.н. В този смисъл, една система е контекстно-зависима, ако използва контекст при доставка на желана информация и услуги на потребителя, където използваемостта зависи от действието на потребителя. В [80] адаптивността и персонализацията се разглеждат като атрибути на контекстно-зависимостта.

Целта на **адаптивността** е да се осигури безпроблемно, прозрачно и адекватно изпълнение на потребителските заявки за услуги и електронно съдържание, като се вземат предвид различните аспекти на контекста.

Целта на **персонализацията** е средата да е в състояние динамично да се адаптира в зависимост от индивидуалните особености на конкретния потребител.

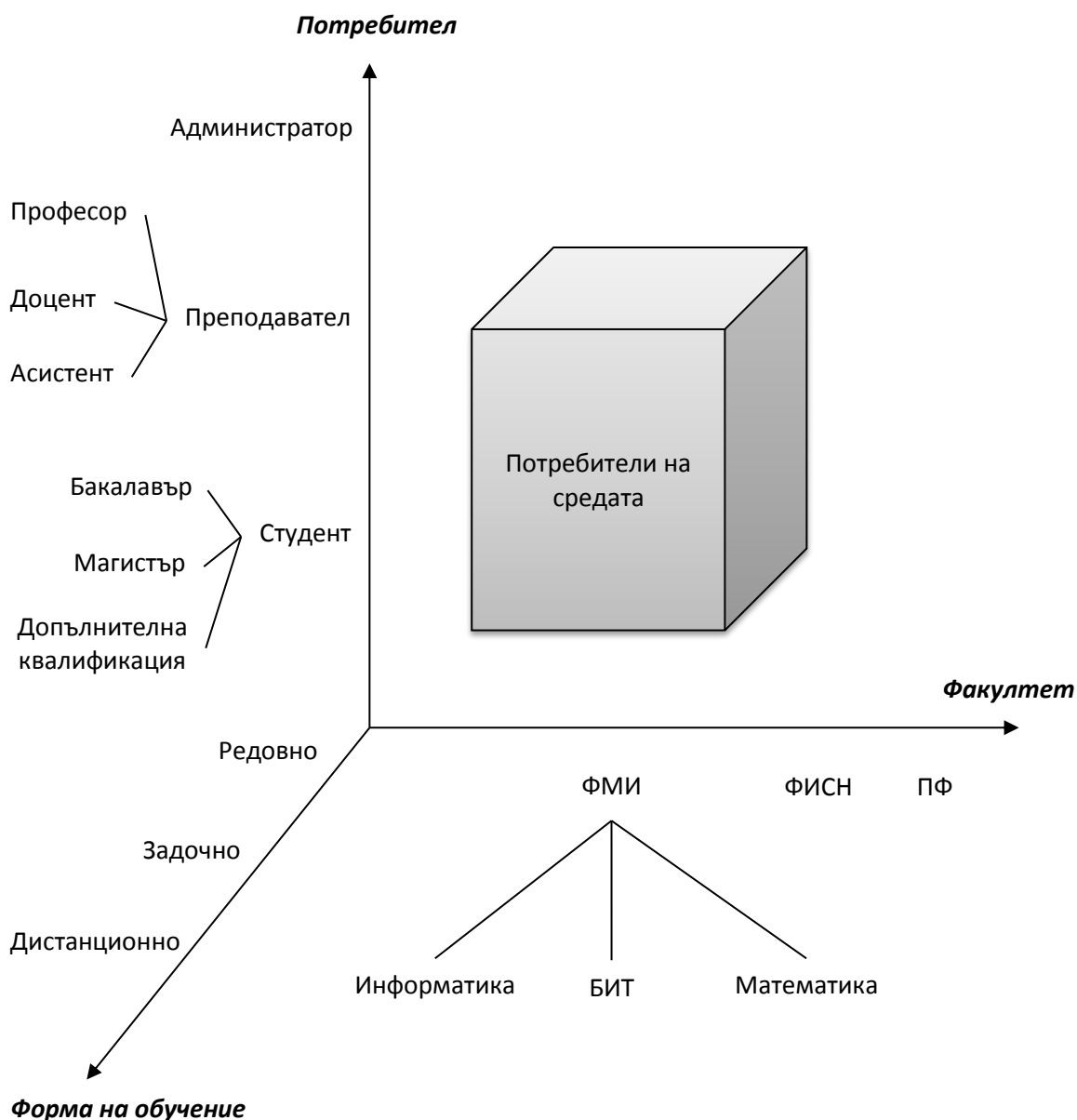
Потребителите трябва да имат усещането, че средата е разработена специално за изпълнение на техните заявки. За реализиране на А&П, в дисертацията се предлагат два принципа (отправни точки).

Първи принцип: А&П се прилага върху *информационни обекти*. Информационни обекти (ИО) са всичките елементи на средата, които могат да бъдат идентифицирани и достъпни, независимо от големината и структурата им. Различаваме различни типове ИО, като напр.: *електронни услуги, структури учебно съдържание* (неделимо знание, лекция, урок, модул, лекционен курс, ...), *дигитални библиотеки, потребители, събития*. ИО се представят посредством класификационна схема и индивидуален профил. Класификационната схема представя структурата на съответния тип ИО, а отделните индивиди от типа се представят посредством профила си. Така, всеки отделен информационен обект може да бъде еднозначно идентифициран чрез разположението му в класификационната схема и индивидуалния профил.

Класификацията, като основен метод за организиране на информационни ресурси във виртуалното пространство, обикновено използва едноразмерни методи [102]. За разработване на класификационните схеми в дисертацията се използва многомерна класификация, прилагаща някои идеи на Resource Space Model (RSM) [101,100], поради следните две причини:

- в средата е необходимо изследване на големи ресурсни масиви от различни гледни точки (аспекти);
- увеличаване или намаляване на измеренията във виртуалното пространство е ефективен начин за обобщение или специализация на знанията, което е мощно средство за поддръжка на А&П.

В изследването, многомерните класификационни схеми се представят като *характерни пространства*, където отделните размерности характеризират различни аспекти на ИО и могат да бъдат оценявани и класифицирани по различни методи [80].



Фигура 3: Характерно пространство за ИО потребител

На Фигура 3 е представено характерното пространство за ИО потребители на MyDeLC.

Втори принцип: А&П се реализира на различни нива и трябва да отчита околната среда. Адаптацията може да приеме много форми и много нива, като в много случаи е свързана с характеристиките на околната среда и може да бъде и за услугите, предоставяни в рамките на околната среда [76]. В нашия случай различаваме две базови нива:

- *Архитектурно* – за реализиране А&П е необходимо декомпозиране на архитектурата на средата така, че да поддържа подходящи активни компоненти с достатъчна гъвкавост, мощност, ефективност.
- *Съдържателно* – подходящо структуриране на учебното съдържание и пасивните компоненти. Основна роля тук отнеждаме на стандарта SCORM 2004.

А&П се реализира във възела *DeLC портал*, но необходима за това информация може да се намира също извън него, т.е. необходим е интерфейс към заобикалящия свят, в който ще оперира средата. Интеграцията с околния свят съблюдава нововъзникващата група стандарти, позната под името *Common Cartridge* [46]. В съответствие с тях средата трябва да предоставят възможности за интеграция с информационни системи и услуги, специфични за учебното заведение, които не се поддържат от *DeLC портал* (външни, наследени, напр. ИСУЗ).

Помощен възел СУП

За реализиране на функциите на помощния възел в клъстера MyDeLC са създадени модули, които покриват необходимата функционалност, която не е налична в ИСУЗ, и която въпреки това няма място в образователния портал. Основно става въпрос за услуги, свързани с удостоверяването на потребителите и поддържането на разширен потребителски профил. Този разширен потребителски профил комбинира данните, поддържани от ИСУЗ с допълнителни атрибути, необходими за идентифицирането на потребителя.

За целта е необходима *система за управление на профили* (СУП), предназначена за поддържане на физическите профили на потребителите (обучаеми и обучаващи). В рамките на образователната среда е изградена такава система с име „Фокус“ [106]

Профилите, които се поддържат от СУП представляват комбинация от два компонента:

- информация, налична в ИСУЗ, която не подлежи на промяна от потребителя - име, факултетен номер, специалност, курс и т.н.;
- данни, поддържани от потребителя – парола, e-mail адрес и др.

Поддържането на двата вида информация в профилите се извършва от съответните отговорници – ИСУЗ и самият потребител. Профилите се съхраняват в собствена база данни на СУП (Фигура 2). Основните функции на тази система са:

- *Създаване на профил*. Тази процедура се инициира от самия потребител, при което от ИСУЗ се извличат данните, необходими за създаване на профила му и се допълват с данните предоставени от самия потребител.
- *Актуализация на профил*. Може да се извършва както от потребителя (достъпът за редакция е ограничен) така и от допълнителен *синхронизиращ модул* (Фигура 2) на данните, които се поддържат от ИСУЗ.

СУП предлага 2 механизма за интеграция с други системи:

- чрез предварително дефинирани изгледи върху базата данни;
- чрез LDAP протокола.

Изгледите, дефинирани върху базата данни, са предназначени за използване от по-стари приложения, които не могат да се възползват от възможностите, които предоставя LDAP. Вторият механизъм за интеграция – чрез LDAP протокола - предоставя по-удобни възможности за споделяне на информацията в СУП, отколкото чрез изгледите върху базата данни.

Глава III. Образователен портал DeLC

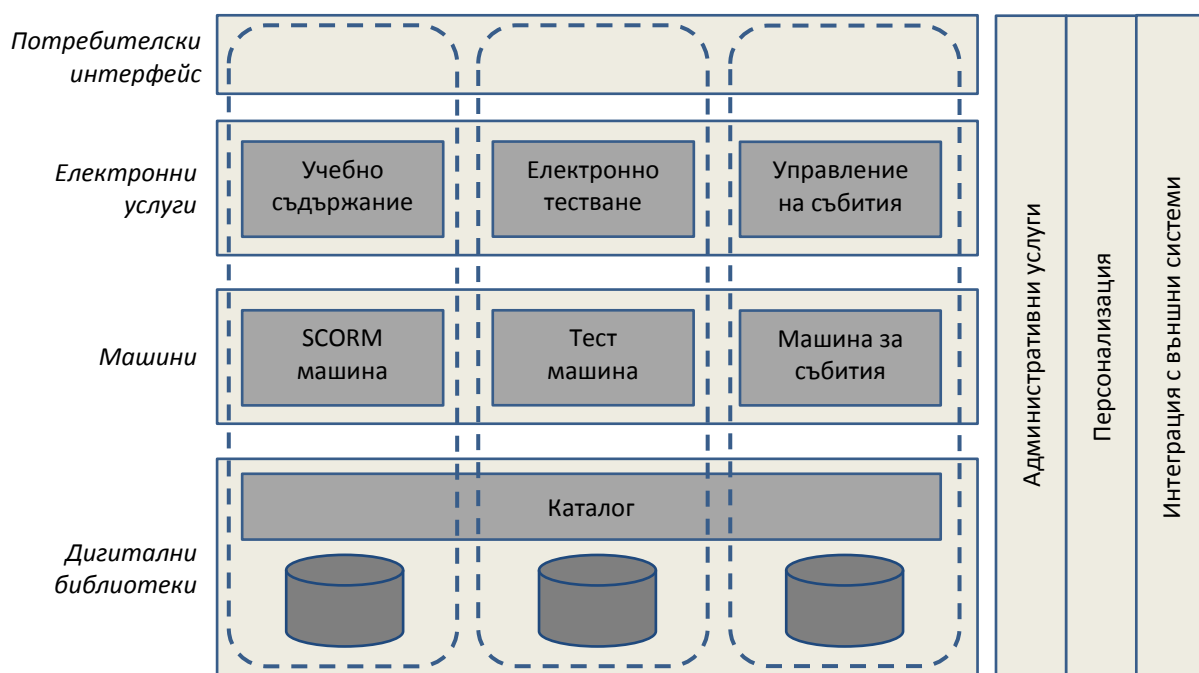
В тази глава се разглежда архитектурата на портала, посредством която се реализира и доставя на потребителите електронните услуги, предлагани от портала.

За разлика от много от съществуващите системи ние целим изграждане на цялостна **контекстно-зависима** и **адаптивна** среда с възможности за **персонализирана** доставка на образователни електронни услуги и учебно съдържание.

Нашето разбиране е, че такава среда може да бъде изградена посредством еволюционно прототипиране, включващо последователно итеративно подобряване на една първоначална базова архитектура.

В този раздел е представена завършената версия на базовата архитектура [81,105]. В следващата глава е дадена следваща итерация, където се предлага MyDeLC да бъде трансформиран във виртуално образователно пространство, наречено ВОП.

В образователния клъстер доставяните от портала услуги могат да бъдат подпомагани от интелигентни агенти.



Фигура 4: Принципна архитектура на образователен портал

Базовата архитектура на портала е матрична, многослойна и сървисно-ориентирана, състояща се от три хоризонтални слоя (Фигура 4):

- Потребителски интерфейс;
- Електронни услуги;
- Дигитални библиотеки.

В съответствие с А&П принципите, дефинирани във втора глава в портала е разработено цялостно метаниво, което съдържа спецификации на всички информационни обекти, поддържани в портала.

Следните базови типа информационни обекти се поддържат в портала:

- Потребители;
- Учебно съдържание;
- Услуги;
- Събития;
- Дигитални библиотеки.

Електронни услуги

От архитектурна гледна точка, порталът поддържа две големи групи услуги.

Образователни услуги – това са услуги, които се предоставят за изпълнение на заявки на потребителите. В портала тези услуги са свързани обикновено с обслужване на образователния процес. Образователните услуги са видими за потребителите. Моделите на някои от често използваните образователни услуги са представени в предишния раздел.

Системни услуги – услуги, прозрачни за потребителите, които са предназначени за подпомагане изпълнението на образователните услуги. Тези услуги наричаме също *машини (engines)*. Машините поддържат и управляват метанивото, което съдържа спецификации (представено основно в езика XML) на всичките информационни ресурси, поддържани в портала. Така те са генератори и интерпретатори на метаобекти, които се използват за активиране, изпълнение и финализирането на образователните услуги. Машините са вградени в архитектурата на портала като неразделна част на неговата run-time система. В актуалната версия на портала са реализирани следните машини:

- SCORM Engine;

- Test Engine;
- Event Engine.

В портала машините, заедно с обслужваните от тях образователни услуги, са обобщени в системи. Системите образуват вертикалните слоеве на матричната архитектура на портал. [110] Обособени са три базови системи:

- Система за електронно тестване;
- Система за доставяне на учебно съдържание;
- Система за управление на събития.

В трите системи основно се предлагат два типа услуги:

- *Редактори* – с тяхна помощ упълномощените потребители (обикновено преподаватели и администратори) създават съответните информационни обекти;
- *Интерпретатори* - често наричани плейъри (players). С тяхна помощ потребителите могат да разглеждат съдържанието на портала.

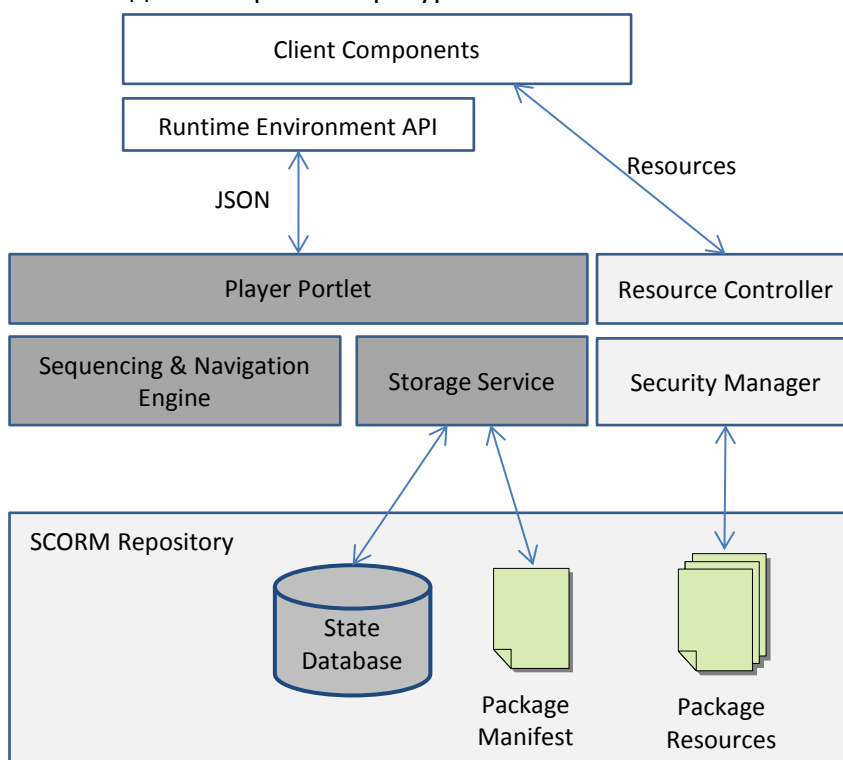
SCORM машина

SCORM Player в DeLC е изграден съгласно спецификацията SCORM 2004 R4 [1,2,3] и се състои от два вида портлети:

- Портлети за управление на съдържанието, които са предназначени за употреба от обучаващите. Тези портлети не включват функционалност по създаване на SCORM съдържание, а само по неговото управление: зареждане на готови SCORM пакети, дефинирането на правила за достъп до тях, промяна и премахването им.
- Портлет за доставяне на SCORM съдържание до обучаемите (т.нар. SCORM Player). Основен елемент в този портлет е модулът за навигиране (Sequencing & Navigation) [3], който извършва интерпретацията на правилата дефинирани в съответният SCORM пакет и на базата на поведението на обучаемия определя конкретното съдържание, което трябва да му бъде доставено във всеки един момент.

На Фигура 5 е показана архитектурата на SCORM Player. Неговите основни компоненти са:

- *SCORM Repository* – представлява мястото за съхранение на SCORM съдържание. Състои се от база данни и файлови ресурси.



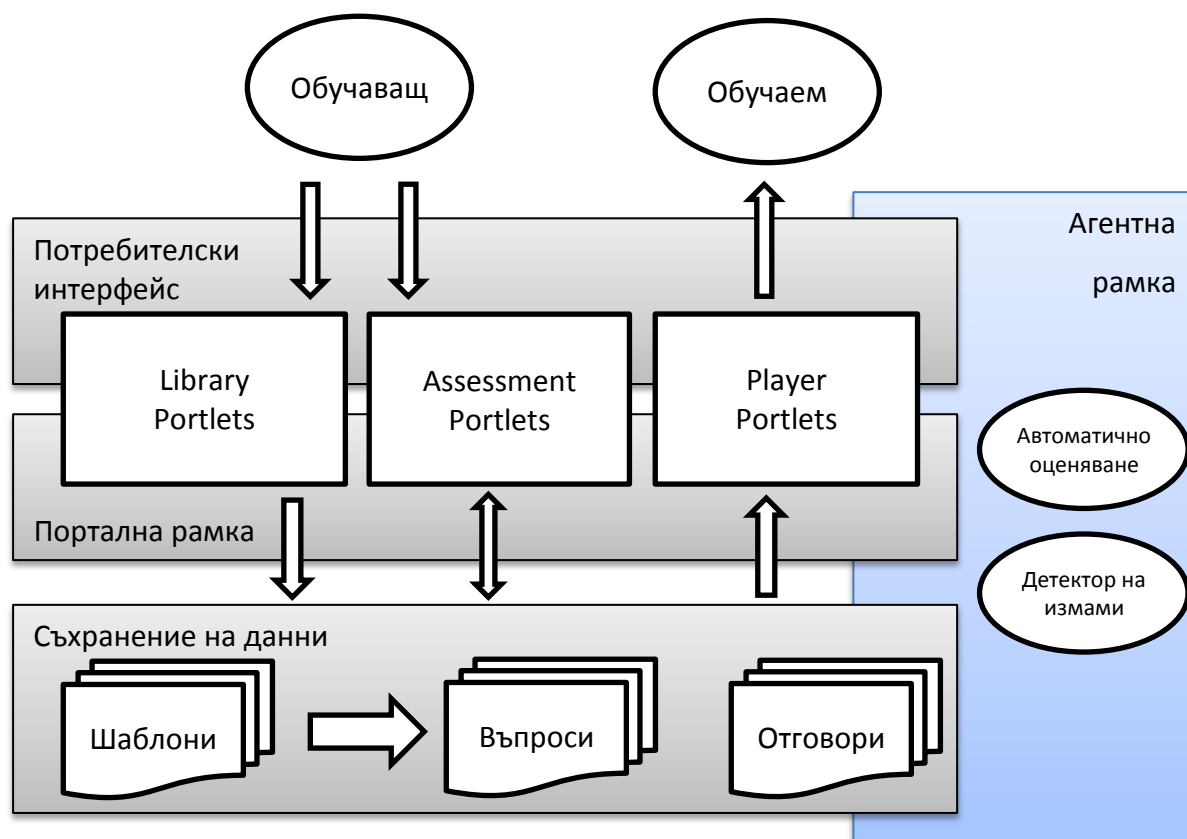
Фигура 5: Архитектура на SCORM Player

- *Storage Service* - осигурява операциите по съхранение и извличане на SCORM съдържанието.
- *Security Manager* – гарантира, че ще бъде доставено само съдържание, за което съответният потребител има необходимите права.
- *Sequencing & Navigation Engine* – ядрото на SCORM Player. Тук се извършва интерпретацията на правилата зададени от създателя на съдържанието и определянето на следващото SCO или Asset, които трябва да бъдат доставени.
- *Player Portlet* – реализира потребителския интерфейс и връзката му със Sequencing & Navigation Engine.
- *Resource Controller* – доставя заявените ресурси от клиентското устройство (в общия случай това е обикновен браузър) ако са позволени от Security Manager.
- *Runtime Environment API* – ECMAScript (Javascript имплементация), съдържащ дефинираните в [2] SCORM API функции, които се използват от SCORM пакетите в runtime.
- *Client Components* – компоненти от потребителския интерфейс, които работят в клиентския браузър.

SN модела на SCORM 2004 дава възможност за персонализирано и адаптивно доставяне на учебното съдържание до обучаемия в съответствие с неговата индивидуална скорост на възприемане и знанията, които притежава.

Тестова система

Системата за електронно тестване се използва за подготовка, провеждане и оценяване на електронно тестване на обучаемите. Основен принцип при изграждане на тестовата система е поддръжката на адаптация и персонализация, описани във втора глава.



Фигура 6: Архитектура на тестовата подсистема

Тестовата система в DeLC е реализирана под формата на портлети (Portlet Specification 2.0, JSR 286). Съществуват три основни набора от портлети (Фигура 6):

- Портлети (*Library Portlets*) за управление на библиотеката със съдържанието. Те са предназначени за употреба от обучаващите (content creators). Функционалността, която предоставят е: управление на библиотеката с въпроси (съдържание, класификация, метаданни).
- Портлети (*Assessment Portlets*) за провеждане на изпити и оценяване на тестове. Тази група портлети също е предназначена за използване от обучаващите. Функционалността им е:
 - мониторинг на процеса по полагане на тестовете;
 - оценяване на отворените въпроси;
 - настройване на диапазоните за оценките.
- Портлети (*Player Portlets*) за генериране на уникален вариант от предварително дефиниран тест и визуализирането му на обучаемите (learners). Тези портлети предоставят възможност за избор на валиден тест, визуализирането и първоначалната обработката на въведените отговори.

Редакторът за тестове може да работи в два режима:

- За създаване на тестови шаблони;
- За създаване на завършени тестове.

Тестовите шаблони се създават, когато обучаващият иска да проведе персонализирано електронно тестване. По време на тестването, обучаващият избира определен шаблон, от който машината за тестване генерира индивидуален тест за всеки обучаем.

Обучаващите могат да провеждат също стандартно групово изпитване на обучаеми с еднакви тестове. В този случай обучаващият може да подготви напълно завършен тест.

Редакторите дават възможност за преглед, избор, копиране и модифициране на съществуващи въпроси, тестови въпроси и тестови шаблони. При финализиране на електронното тестване системата може да генерира протокол и статистики за проведените изпити, които се визуализират в различни представяния.

Шаблонът е ключовият елемент, който дава възможност за персонализиране на генерираните тестове. Той представлява набор от критерии, които се прилагат върху библиотеката с въпроси и от резултатното множество от въпроси се избират фиксиран брой въпроси на произволен принцип.

Т.е. шаблонът може да бъде разглеждан като функция:

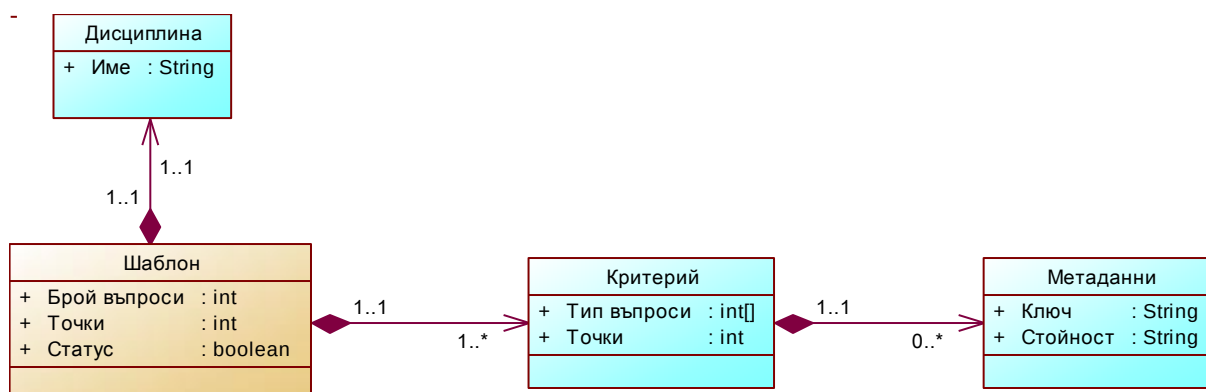
```
template({criteria}, result_count): question_set,
```

където входните параметри на шаблона са набор от критерии (criteria) и брой на въпросите (result_count), които трябва да се върнат, а резултатът от него е зададеният брой въпроси (question_set), които са избрани произволно от целия набор от въпроси, отговарящи на критериите.

На Фигура 7 е показана клас диаграма, визуализираща структурата на шаблона в тестовата под-система на DeLC. *Шаблонът* се характеризира със следните елементи:

- *дисциплина*, за която се отнася шаблонът;
- *брой въпроси*, които трябва да бъдат избрани чрез прилагане на конкретния шаблон върху множеството в библиотеката с въпроси;
- *точките*, с които всеки от избраните въпроси ще участва в теста, независимо от дефинираните за конкретния въпрос точки;
- *статус*, който определя дали шаблонът може да участва в нови тестове или е архивиран и не може да се използва повече;

- *критерии*, които определят какви въпроси да бъдат избрани от шаблона.



Фигура 7: Структура на шаблон

Критериите са ключов компонент на шаблона. Те се характеризират с:

- *тип на въпросите*, които могат да бъдат избрани от шаблона; възможно е задаването на повече от един тип;
- броят *точки*, с които всеки един от избраните въпроси е дефиниран в библиотеката с въпроси;
- *метаданните*, които трябва да притежават избраните въпроси.

Силата на шаблоните се проявява най-добре, когато обучаващият е дефинирал достатъчно метаданни за въпросите си. С помощта на шаблоните и подходящи метаданни могат да се зададат следните примерни сценарии:

- включи N въпроса от тема X (и така няколко шаблона за основните теми);
- включи K въпроси от тип T;
- включи P въпроса, които да са валидни само за Y форма на обучение и да са от тип F;
- и т.н.

Възможните варианти зависят изцяло от дефинираните метаданни. Колкото повече метаданни са дефинирани за въпросите, толкова повече прецизиране в критериите на шаблоните може да се направи.

Система за управление на събития

Системата за управление на събития позволява на потребителите да виждат и създават събития, както и да бъдат уведомявани предварително за тях. Системата се интегрира с другите модули от портала и позволява те автоматично да добавят събития от името на потребителя.

Модулът за управление на събития се грижи за създаване и поддръжка на класификационната структура от типове събития, управление на метаданните, описващи конкретните събития и изпълнението на функционалностите обслужващи ранно предупреждение за настъпващи събития. Функциите на този модул съблюдават принципите за персонализация и адаптация и на базата на дефинираните метаданни потребителят работи със свое собствено подмножество от всички събития в системата.

Системата за ранно предупреждение предоставя възможност потребителите да бъдат уведомявани предварително, по различни начини, за настъпване на дадено събитие. Съобщението, уведомяващо за предстоящо събитие, може да бъде доставено чрез различни медии. Порталът поддържа следните медии: нотификация в самия портал, изпращане на електронна поща, изпращане съобщение чрез Skype, лично съобщение във Facebook. Електронният адрес, Skype потребителското име и профилният идентификатор във Facebook се вземат от профила на потребителя в портала.

Глава IV. Виртуално образователно пространство

В съответствие с методологията третата итерация включва трансформиране на MyDeLC в контекстно-зависима среда за доставка на електронни услуги и електронно учебно съдържание, удовлетворяваща изискванията на eLearning обучителния модел. Освен това, предлагаме средата да оперира във виртуалния свят на *интернет на нещата* и *семантичен уеб*. От една страна, контекстно-зависимостта (включваща A&P) трябва да се поддържа от автономни компоненти с реактивно, интерактивно и проактивно поведение, във вътрешната архитектура на които могат да се поддържат различни ментални нива. От друга страна, са необходими компоненти, ефективно реализиращи функционалността на доставяните услуги и с възможности за поддръжка и управление на различни видове хранилища на електронно учебно съдържание и мета-информация. По тази причина е изключително тежко да се осъществи директна трансформация на MyDeLC в новата среда. Предлагаме двуетапна трансформация, включваща:

- Изграждане на асинхронна информационна магистрала в MyDeLC (само във вътрешните възли), посредством която да комуникират отделните компоненти на клъстера. Освен това, целим „разхлабване“ на връзките в матричната многослойна архитектура на портала и „размиване“ клъстерната организация на MyDeLC. Допълнително ще бъдат реализирани нови интелигентни компоненти, специфицирани в CC, като напр. студентска книжка, преподавателски бележник, ...;
- Изграждане на Виртуално Образователно Пространство (ВОП) – идеята за това пространство е представена в [107]. Целта е ВОП да бъде организирано на различен от MyDeLC принцип, където изтъкнати „граждани“ на пространството са автономни интелигентни компоненти.

Асинхронна информационна магистрала

Асинхронната информационна магистрала (АИМ) представлява механизъм за предаване на информация между отделни компоненти на една система без да се ангажират източникът и получателят на съобщението с директна комуникация помежду си.

Реализацията на тази магистрала се извършва, чрез механизма за асинхронна обмяна на съобщения, която се поддържа от рамката Liferay – Message Bus.

Всяко съобщение, обменяно чрез този механизъм се характеризира с тип, който дава възможност всеки компонент да се регистрира (абонира) за получаване само на съобщения с определен тип.

Когато един компонент изпраща съобщение, той трябва да го публикува в информационната магистрала и тя ще се погрижи съобщението да бъде получено от всички компоненти, които са се абонирали за този вид съобщения.

Ако някой от абонираните компоненти не е наличен в момента на изпращане на съобщението, тогава *информационната магистрала* е отговорна за доставянето му по-късно, когато компонентът отново стане достъпен. Компонентите *Студентска книжка* и *Дневник за преподавателя* ще се реализират като генетични агенти, от които ще се генерират персонални помощници за студентите и преподавателите.

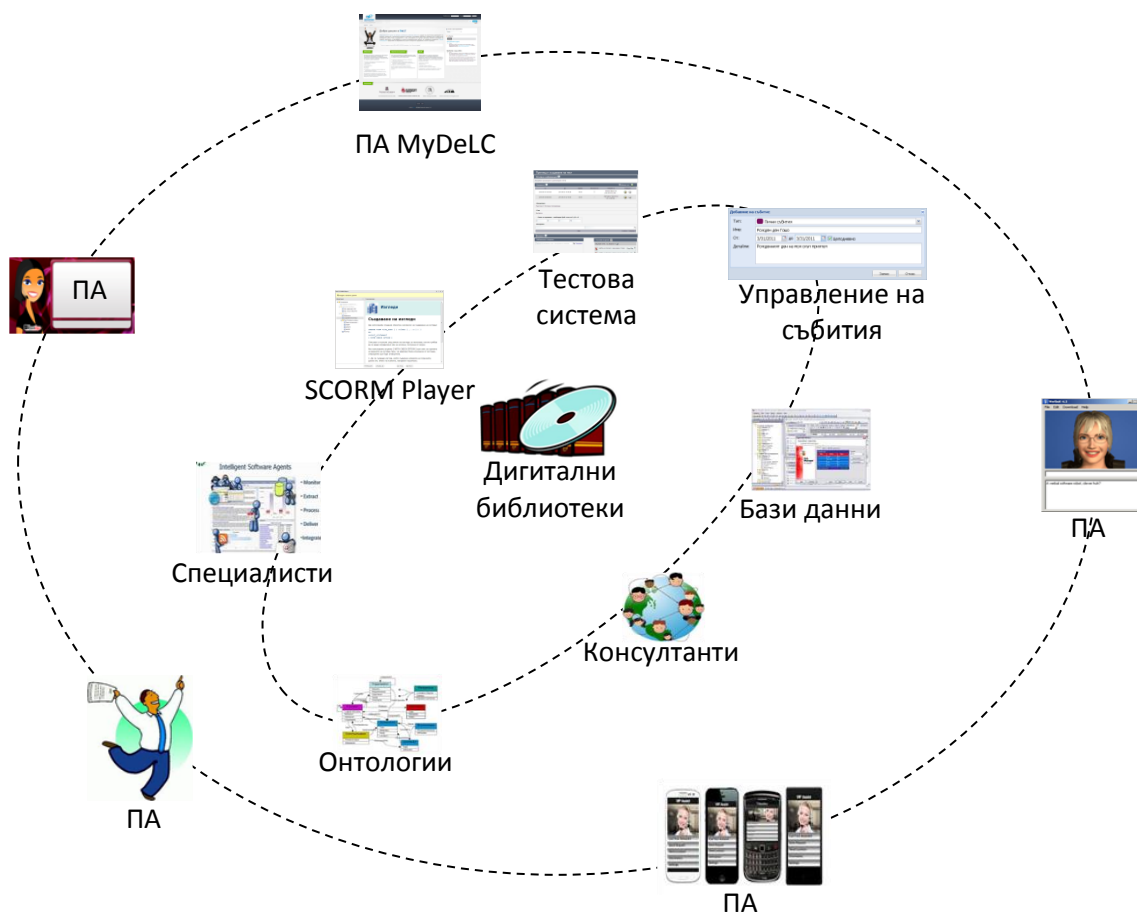
Архитектура и изграждане на ВОП

ВОП трябва да осигурява контекстно-зависима, адаптивна и персонализирана доставка на образователни услуги и учебно съдържание. Пространството се състои от два базови модула – актьори и информационна среда (Фигура 8).

Актьорите са множество от различни активни компоненти, опериращи в информационната среда. Основните типове актьори са:

- *Образователни услуги* – това са трансформираните от MyDeLC услуги, предоставящи основната функционалност за подготовката и провеждането на електронен обучителен процес;

- *Машини* – трансформирани от MyDeLC машини за подпомагане изпълнението на услугите;
- *Персонални асистенти (ПА)* – нови компоненти за осъществяване връзка между потребителите и ВОП. Те представляват своеобразни „входни точки“ във ВОП и са единствената възможност за достъп до вътрешната структура на пространството, която е напълно прозрачна за потребителите. ПА могат да оперират върху различни видове устройства, включително и мобилни. MyDeLC ще бъде една от основните входни точки.
- *Специалисти* – сървърни интелигентни агенти, основната задача на които е да подпомагат изпълнението на образователните услуги. Специалистите притежават знания по сравнително тесни проблемни области и при необходимост се включват в изпълнението на заявките на потребителите. Възможен модел за взаимодействие между образователни услуги и агенти е дискутиран и реализиран в [112];
- *Консултанти* – сървърни интелигентни агенти със задача да подпомагат ПА при консултиране и съветване на потребителите. При необходимост консултантите могат да изискват помощ от специалистите.



Фигура 8: Виртуално Образователно Пространство (ВОП)

Информационна среда (ИС) – включва (пасивни) информационни ресурси, необходими за организиране, провеждане и документиране на електронен обучителен процес. ИС може да се разглежда като околната среда, в която оперират и до която имат достъп актьорите от всичките типове. Изгражданото виртуално образователно пространство включва три типа компоненти:

- *Дигитални библиотеки* - хранилища на електронно учебно съдържание;

- *Онтологии* - представят основните концепции и релациите между тях за предлаганите учебни дисциплини;
- *Бази от данни* – релационни хранилища за информация, необходима за функциониране на ВОП.

Контекстно-зависимостта, адаптивността и персонализацията във ВОП ще се осигурява посредством:

- Архитектурата на ВОП – осигурява различни видове специализирани компоненти, притежаващи гъвкавост, мощност и интелигентност;
- Структуриране на ИС –структуриране на учебното електронно съдържание в съответствие със стандарта SCORM 2004;
- Сценарийно-ориентирано и контекстно-зависимо управление на процесите във ВОП.

ВОП се изгражда върху *Интегрирана Технологична Платформа* (ИТП) в която, на основата на виртуалната машина на Java, са интегрирани отворените развойни среди за интелигентни агенти JADE [49], за онтологии Protégé [71] и за услуги порталната рамка Liferay [55]. От своя страна ИТП оперира върху наличната *Компютърна и Комуникационна Инфраструктура* (ККИ).

В пространството ще бъде включени модифицираните компоненти на MyDeLC, асистентите от Agent Village, специализираният възел eLSE, CAdELC (*Creativity Assitant*), агентно-ориентиран мидълуер за подпомагане изпълнението на мобилни електронни услуги [87] и развойната среда Selbo 2 [63] за разработване на електронно учебно съдържание в SCORM 2004 формат. За разработване на формални модели за сценарийно-ориентираното управление на процесите във ВОП се предвижда използването на формализмите Tempura [86,92], CCA [78] и CS-Flow [96].

Предназначението на ВОП е да доставя интелигентни образователни услуги и учебно съдържание за обучение през целия живот, както и за подпомагане на университетско и училищното електронно обучение.

Перспективи

Перспективите за развитие са в две направления: с приложен и научно-приложен характер.

Развитие от приложен характер включва развитие на съществуващите системи и компоненти в рамките на портала DeLC и СУП и добавяне на нови с цел подобряване и увеличаване на предлаганите електронни услуги. Освен компонентите, описани в тази дисертация, има дефинирани дефинирани нови модули, които са в различен стадий на развитие. Напр.:

- студентска книжка;
- преподавателски дневник;
- система за анкети;
- система за групови съобщения;
- система за избираеми дисциплини и др.

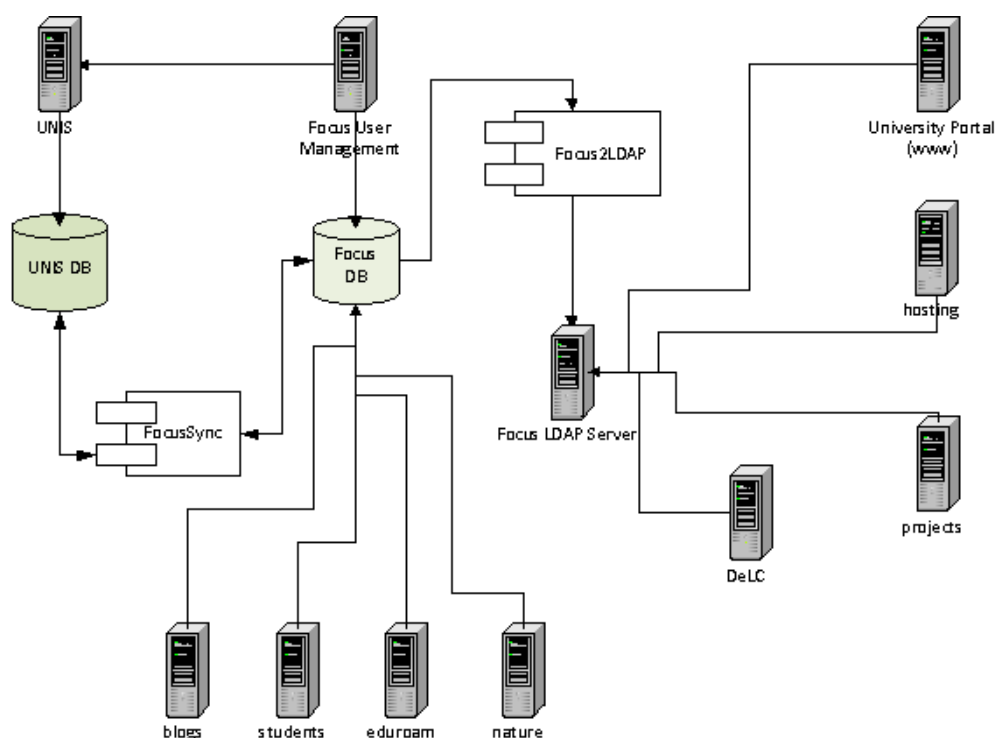
Възможностите за развитие от научно-приложен характер са разгледани в четвърта глава. Създаването на *Виртуално образователно пространство* е следващата стъпка към реализирането на среда, удовлетворяваща изискванията на eLearning обучителния модел.

Апробация

Апробация на СУП

Системата за управление на потребителски акаунти „Фокус“ е в експлоатация от 2005 г. Към 20.05.2013 г. в СУП „Фокус“ има създадени 8692 акаунта на обучаеми от 9 факултета на Пловдивския университет и 780 акаунта на обучаващи. СУП се използва за удостоверителни услуги от 7 системи, една от които е образователният портал DeLC.

На Фигура 9 е дадена пълна схема на всички системи, които използват СУП „Фокус“ за удостоверяване на потребителски акаунти, и типа на интеграцията с нея.



Фигура 9: Схема на системите, които използват СУП „Фокус“

Апробация на DeLC

Първата версия на портала DeLC е пуснат за реална употреба през 2010 г. Към 05.06.2013 г. е използван от 1146 потребителя, участващи в 154 групи, и притежаващи 176 роли. Потребителите са от 5 факултета на Пловдивския университет и един на Бургаския свободен университет от общо 25 специалности и 46 курса. Процесът по създаване и актуализиране на акаунтите, както и създаването на необходимите групи и роли и свързването на потребителските акаунти с тях, се осъществява автоматизирано чрез интеграция със СУП „Фокус“.

Библиотеката съдържа над 390 електронни ресурса, предназначени основно за студентите и над 80 публикации, свързани с разработването на образователния портал. Всички ресурси, съдържащи се в *Библиотеката*, са свалени 23465 пъти.

Тестовата система съдържа 1267 въпроса от 26 дисциплини. Създадени са 63 шаблонни теста съдържащи 306 въпроса, от които са генерирани 3487 индивидуални теста. Обучаемите са решили 48337 въпроса.

Системата за електронно тестване се прилага успешно по изключение при полагане на изпит извън локалната мрежа на ФМИ. Електронни тестове са полагани от Германия, Италия, Франция, САЩ и Кения. През 2013 г. DeLC беше успешно използван в две дисциплини, водени в Бургаския свободен университет.

Към момента на приключване на дисертацията се разработват 5 лекционни курса в SCORM формат:

- *Софтуерни технологии* (есента на 2013)
- *Изкуствен интелект* (пролетта на 2014)
- *Програмиране на Java* (есента на 2013)
- *Обектно-ориентирано програмиране на Java* (пролетта на 2014)
- *Шаблони за проектиране* (есента на 2013)

Същевременно SCORM машината се тества за преминаване през сертификационните процедури на ADL, които са на три етапа:

- *SCORM Conformance* – единственото изискване е да се преминат ADL тестовете, които се разпространяват свободно от ADL. Към момента SCORM машината се тества спрямо този тестов пакет.
- *SCORM Adopter* – лог файловете от първия етап се проверяват от ADL и ако са коректни се присъжда ниво *SCORM Adopter* и продуктът се публикува в SCORM Adopter Product List на сайта на ADL.
- *SCORM Certification* – продуктът се тества от ADL Certification Testing Center.

Авторска справка за резултатите в дисертационния труд

Резултатите на дисертацията могат да бъдат обобщени както следва:

1. Разработена и реализирана архитектура на образователен клъстер MyDeLC за персонализирана и адаптивна доставка на електронни услуги и учебно съдържание.
 - 1.1. Разширена е концепцията на DeLC с възможност за включване на външни възли.
 - 1.2. Разширена е концепцията на DeLC с възможност за реифициране на интерфейсна връзка, т.е. чрез преобразуването ѝ в помощен възел, наречен СУП.
2. Разработен е образователен портал, включващ следните базови модули:
 - Управление и предоставяне на електронно съдържание, удовлетворяващо стандарта SCORM 2004 R4;
 - Електронно тестване;
 - Управление и работа със събития.
3. Предложена е концепция за виртуална образователна среда, която трансформира прототипа в среда, удовлетворяваща изискванията на eLearning обучителния модел.

Таблица 1 показва връзката между резултатите, структурата на дисертацията и направените публикации.

Таблица 1: Граф на дисертационния труд

Резултат	Тип	Задача	Публикация	Глава
1	Научно-приложен	1	2, 3	II
2	Приложен	2	1, 3, 4	III
3	Научно-приложен	3	–	IV

Благодарности

Искам да изкажа своите благодарности към хората, без които резултатите от този дисертационен труд не биха били възможни.

На първо място благодаря на научните си ръководители проф. д-р Станимир Стоянов и проф. д-р Асен Рахнев за непрекъснатата подкрепа, ценни съвети, градивни критики и разбира се насоките за правия път.

Също така бих искал да благодаря на колегите си, чиито труд също допринесе съществено за резултатите от моята работа - Дамян Митев, който помогна с реализирането на концепцията за управление на събитията и SCORM Player, гл. ас. д-р Атанас Терзийски, Ирина Кожухарова и доц. д-р Ангел Голев, без които системата за управление на потребителски профили Фокус нямаше да съществува.

Не на последно място благодаря на семейството си за подкрепата и търпението, което имаха към мен през цялото време.

Публикации по дисертационния труд

- [1] Stoyanov, S., I. Popchev, E. Doychev, D. Mitev, V. Valkanov, A. Stoyanova-Doycheva, V. Valkanova, I. Minov, DeLC Educational Portal, Cybernetics and Information Technologies (CIT), Vol.10, No 3., ISSN: 1311-9702, Bulgarian Academy of Sciences, 2010, pp. 49-69
- [2] Стоянов, С., М. Сандалски, И. Попчев, Г. Чолаков, Е. Дойчев, Персонализирана и проактивна доставка на електронни услуги в образователния портал на DeLC, 4-та Национална конференция „Образованието в информационното общество“, 26-27 май, 2011, Пловдив, 119-128, ISSN 1314-0752.
- [3] Стоянов, С., И. Попчев, Е. Дойчев, Д. Митев, Г. Чолаков, Архитектура на образователния портал DeLC, 4-та Национална конференция „Образованието в информационното общество“, 26-27 май, 2011, Пловдив, 129-138, ISSN 1314-0752
- [4] Дойчев, Е., А. Стоянова-Дойчева, Изграждане на DeLC портал, Научно-практическа конференция "Новите технологии в образованието и професионалното обучение", София, 16-17 май 2003

Доклади на работни срещи

- [1] Doychev, E., V. Valkanova, Learning by DeLC Education Portal, 11th International Workshop "Software Engineering Education and Reverse Engineering", Ohrid, Macedonia, 21-28 August, 2011, <http://www2.informatik.hu-berlin.de/swt/intkoop/daad/ohri2011/>
- [2] Doychev, E., DeLC Education Portal, 10th International Workshop "Software Engineering Education and Reverse Engineering", Ivanjica, Republic of Serbia, 6 – 11 September, 2010, <http://www2.informatik.hu-berlin.de/swt/intkoop/daad/ivan2010/>
- [3] Doychev, E., DeLC Education Portal, 9th International Workshop "Software Engineering Education and Reverse Engineering", Neum, BiH, 31 August – 05 September, 2009, <http://www2.informatik.hu-berlin.de/swt/intkoop/daad/neum2009/>
- [4] Stoyanov, S., E.Doychev, SEDILia Project, 8th JCSEE Work Shop, 15-19 September, Durres, Albania, 2008.
- [5] Stoyanov, S., E.Doychev, Java Course Adaptation from Humboldt University, 8th JCSEE Work Shop, 15-19 September, Durres, Albania, 2008.
- [6] Doychev, E., DeLC Portal, 7th International Workshop "Software Engineering Education and Reverse Engineering", Rissan, Monte Negro, 9-14 September, 2007, <http://www2.informatik.hu-berlin.de/swt/intkoop/daad/>
- [7] Stoyanov, S., E. Doychev, Course material: From Powerpoint to SCORM, 4th Workshop "Software Engineering Education and Reverse Engineering", Zagreb, Croatia, September 6 - 11, 2004.
- [8] Stoyanov, S., G. Cholakov, M. Trendefilova E. Doychev, A. Stoyanova-Doycheva: From course materials to a textbook, 4th Workshop "Software Engineering Education and Reverse Engineering", Zagreb, Croatia, September 6 - 11, 2004.
- [9] Stoyanov, S., E. Doychev, E-learning opportunities for the JCSE, 3th Workshop "Software Engineering Education and Reverse Engineering", Ohrid, Macedonia, August 25 - 30, 2003.

Библиография

- [1] Advanced Distributed Learning, "SCORM 2004 4th Edition, Content Aggregation Model, Version 1.1", 2009.
- [2] Advanced Distributed Learning, "SCORM 2004 4th Edition, Run-Time Environment, Version 1.1", 2009.
- [3] Advanced Distributed Learning, "SCORM 2004 4th Edition, Sequencing and Navigation, Version 1.1", 2009.
- [4] Al-Ajlan, A. S., "Service Oriented Computing for Dynamic Virtual Learning Environments", STRL, De Montfort University, UK, PhD Thesis 2009.
- [5] Allen, James F., "A Plan Based Approach to Speech Act Recognition", University of Toronto, Toronto, Technical Report TR 121/79, AAI0532011., 1979.
- [6] Allen, J. F. и C. R. Perrault, "Analyzing intention in dialogues.", *Artificial Intelligence*, vol. 15, no. 3, pp. 143–178, 1980.
- [7] Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe–ARIADNE. <<http://www.ariadne-eu.org/>>
- [8] Arrigo, M. et. Al., "mCLT: An Application for Collaborative Learning on a Mobile Telephone" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 11-13.
- [9] Arrigo, M. , M. Gentile и D. Taibi, "JELD, the Java Environment for Learning Design" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 9-10.
- [10] Barker, Ph. , "Designing Teaching Webs: Advantages, Problems and Pitfalls" в *Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunication, Association for the Advancement of Computing in Education, Charlottesville, VA*, ISBN 978-953-51-0054-6 , 2000, pp. 54-59.
- [11] BECTa. <<http://www.isis-training.co.uk/e-learning/becta-technology-exemplar/>>
- [12] Berry, M.. (2005) An investigation of the effectiveness of Moodle in primary education. <<http://Moodlemoot.org/mod/resource/view.php?id=19>>, последно посещение December.2011
- [13] Blackboard. <<http://www.blackboard.com>>
- [14] Bonett, M.. (2006) Personalization of Web Services: Opportunities and Challenges. <<http://www.ariadne.ac.uk/issue28/personalization/>>, последно посещение 12.2011
- [15] Borgmann, C. L., "What can Studies of e-Learning teach us about Collaboration in e-Research? Some Findings from Digital Library Studies", *Computer Supported Cooperative Work*, pp. 359-383, 2006.
- [16] Brasher, J. Taylor, "Development of a research plan for use of ambient technology to test mobile learning theories" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 33-37.
- [17] BSCW. <<https://public.bscw.de/pub/>>
- [18] Cacace, F. et al., "The impact of innovation in medical and nursing training: a Hospital Information System for Students (HISS) accessible through mobile devices" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 47-52.
- [19] Capuano, N. et al., "A system for adaptive platform-independent mobile learning" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 53-56.
- [20] Cheng, C. и J. Yen, "Virtual learning environment (vle): a web-based collaborative learning system" в *In Proceedings of the Thirty-First Hawaii International Conference on System Sciences*,

Kohala Coast, HI, USA, Univ. of Hong Kong, 0-8186-8255-8 , 1998, pp. 480–491.

- [21] Claroline. <<http://www.claroline.net/>>
- [22] Cohen, P. и C.R. Perrault, "Elements of a Plan-Based Theory of Speech Acts", *Cognitive Science* 33, pp. 423-440 , 1979, ISBN:0-934613-11-7.
- [23] (2013, Feb.) computer-based training (CBT). <<http://whatis.techtarget.com/definition/computer-based-training-CBT>>
- [24] Conlan, O. , "Multi-Model: Metadata Driven Approach to Personalised e-Learning Services", Department of Computer Science, University of Dublin, Trinity College, Dublin, Doctor of philosophy 2005.
- [25] Davies, J. , R. Studer и P. Warren, *Semantic Web Technologies: Trends and Research in Ontology-based Systems.*: John Wiley & Sons, 2006.
- [26] Dey, A. K., "Understanding and Using Context", *Personal and Ubiquitous Computing Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 4-7, 2001.
- [27] Dey, A.K. и G.D. Abowd, "Towards a better understanding of context and context-awareness" в *Proceedings of the Workshop on the What, Who, Where, When and How of Context-Awareness*, New York, ACM Press, 2000.
- [28] Dougiamas, M.. Moodle. <Moodle, www.MOODLE.org>, последно посещение 12.2011
- [29] Eduplone. <<http://plone.org/events/sprints/past-sprints/snow-sprint/Eduplone>>
- [30] EduTools,. Course Management Systems. <<http://www.edutools.info/static.jsp?pi8&pageHOME>>, последно посещение 12.2011
- [31] E-learning. <<http://en.wikipedia.org/wiki/E-learning>>, последно посещение 02.2013
- [32] Ferscha, C. Holzmann, S. Oppl, "Team awareness in personalized learning environments" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 67-72.
- [33] Ganchev, I. , D. Meere, S. Stojanov, M. Ó hAodha и M. O'Droma, "On InfoStation-Based Mobile Services Support for Library Information Systems" в *8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (IEEE ICALT'08)*, 679-681., p. 2008.
- [34] Ganchev, I. , M. O'Droma, D. Meere, S. Stojanov и M. Ó hAodha, "Integrating the Educational Support Architecture in an E-Services Paradigm: The M-Learning Approach" в *1st International M-Libraries Conference "Information access anywhere, anytime"*, UK, 2007, p. 19.
- [35] Ganchev, I. , M. O'Droma, S. Stojanov и M. hAodha, "M-Learning and M-Teaching Architectures and the Integration of E-Services for Educational Support" в *Proceedings of Mobile Learning*, Dublin, Ireland, 2006, pp. 19-25.
- [36] Ganchev, I. , S. Stojanov, M. O'Droma и D. Meere, "Adaptable InfoStation-based mLecture Service Provision within a University Campus" в *7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (IEEE ICALT'07)*, Niigata, Japan, ISBN 0-7695-2916 , 2007, pp. 165-169.
- [37] Ganchev, I. , S. Stojanov, M. O'Droma и D. Meere, "An Infostation-Based Multi-Agent System for the Provision of Intelligent Mobile Services in a University Campus Area" в *3rd International IEEE "Intelligent Systems"*, University of Westminster London, UK, 2006, pp. 426-432.
- [38] Ganchev, I. , S. Stojanov, M. O'Droma и D. Meere, "An InfoStation-Based University Campus System Supporting Intelligent Mobile Services", *Journal of Computers*, vol. 2, no. 3, pp. 21-33, 2007.
- [39] Ganchev, I. , S. Stojanov, M. O'Droma и D. Meere, "Communications Scenarios for InfoStation-Based Adaptable Provision of M-Learning Services" в *Second International Conference "Modern (e-) Learning"*, Varna, 2007, pp. 98-104.
- [40] Ganchev, I. , S. Stojanov и M. O'Droma, "Mobile Distributed e-Learning Center" в *5th IEEE*

- International Conference on Advanced Learning Technologies (IEEE ICALT'05)*, Kaohsiung, Taiwan, p. 2.
- [41] Ganchev, I. , S. Stoyanov, M. O'Droma и D. Meere, "An Infostation-Based University Campus System for the Provision of mLearning Services" в *Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (IEEE ICALT'06)*, Amsterdam, 2006, pp. 195-199.
 - [42] Ganchev, I. , S. Stoyanov и M. O'Droma, "Consumer-oriented DeLC Service Architecture" в *In Proc. of the 3rd International Conference on Education and Information Systems, Technologies and Applications (EISTA 2005)*, Orlando, Florida, USA, ISBN 980-6560-34-5 , 2005, pp. 213-218.
 - [43] Glushkova, T. и A. Stoyanova, "Interaction and adaptation to the specificity of the subject domains in the system for e-Learning and distance training DeLC" в *International Scientific Conference "Informatics in scientific knowledge"*, June 2008, Varna Free University "Chernorizets Hrabar".
 - [44] IEEE-LOM,. Learning Object Metadata. <<http://ltsc.ieee.org/wg12/>>
 - [45] Ilias. <<http://www.ilias.de>>
 - [46] IMS Global Learning Consortium, *IMS GLC Common Cartridge Profile Version 1.2 Final Specification.*: IMS Global Learning Consortium, 2011. <<http://www.imsglobal.org/cc/index.html>>
 - [47] Instructional management Systems. < <http://www.imsproject.org/>>
 - [48] J2EE. <<http://java.sun.com/j2ee/overview.html>>, последно посещение 03.2012
 - [49] JADE (Java Agent DEvelopment Framework). <<http://jade.tilab.com/>>
 - [50] Jäppinen, et al., "Adaptive mobile learning systems – the essential issues from the design perspective" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 109-111.
 - [51] Kass, R. и T. Finin, "A general user modelling facility" в *SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Washington, USA, 1990, pp. 145-150.
 - [52] Kay, J. , "The UM Toolkit for Cooperative User Modeling", *User modeling and user adapted interaction*, vol. 4, no. 3, pp. 149-196, 1995, 0924-1868 (Print) 1573-1391 (Online).
 - [53] Kay, J. , *UM, a toolkit for user modeling.*: Basser Dept. Of Computer Science, University of Sydney, ISBN - 0949100994.
 - [54] Kobsa, A. и Wolfgang Pohl, "The user modeling shell system BGP-MS", *User Modeling and User Adapted Interaction*, vol. 4, pp. 59-106, 1995.
 - [55] Liferay. <<http://www.liferay.com/>>, последно посещение 17.06.2013
 - [56] Lombardi, J. и M. P. McCahill, "Enabling social dimensions of learning through a persistent, unified, massively multi-user, and self-organizing virtual environment" в *C5 '04: Proceedings of the Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing*, Washington, DC, USA, 2004, pp. 166–172.
 - [57] Lonsdale, P., et al., "A context-awareness architecture for facilitating mobile learning" в *Learning with mobile devices: research and development*, pp. 79-85.
 - [58] Lu, J. , Da Ruan и G. Zhang, "E-Service Intelligence: An Introduction", *Studies in Computational Intelligence (SCI)*, vol. 37, pp. 1-33, 2007.
 - [59] Malliou, E. et al., "The MOTFAL project: mobile technologies for ad hoc learning" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 119-122.
 - [60] Massy, J. , "Study of the e-learning suppliers “market” in Europe", Danish Technological Institute, Heriot-Watt University, Master's thesis 2004.
 - [61] McCahill, M. P. и J. Lombardi, "Design for an extensible croquet-based framework to deliver a persistent, unified, massively multi-user, and self-organizing virtual environment" в *C5 '04:*

Proceedings of the Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing, Washington, DC, USA, 2004, pp. 71-77.

- [62] McMahon, E.. (2001) BECTA. <<http://ferl.becta.org.uk/display.cfm?page=1>>
- [63] Mitev, D. , S. Stoyanov и I. Popchev, "Selbo2 – An Environment for Creating Electronic Content in Software Engineering", *Cybernetics and Information Technologies (CIT)*, vol. 9, no. 3, pp. 96-105, 2009.
- [64] Mobile learning is for everyone. <www.m-learning.org>, последно посещение 03.2012
- [65] Monahan, T. et al., "Collaborative m-learning using agents and virtual reality" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 135-137.
- [66] O’Nuallain, C. и A. Brennan, "How can one effectively assess students working in a collaborative mobile environment on an individual basis?" в *Mobile learning anytime everywhere*, 2004, pp. 149-152.
- [67] OIT Helpdesk Knowledgebase. <<http://oit2.utk.edu/helpdesk/kb/entry/819/>>, последно посещение 02.2013
- [68] Orwant, J , "Heterogenous Learning in the Doppelgänger User Modeling, System.", *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 4, no. 2, pp. 107-130, 1995.
- [69] Paiva, A. и J. and Self, "TAGUS – a user and learner modeling workbench.", *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 4, no. 3, pp. 197–226., 1995.
- [70] Pavri, Chavan and S., "Open-source learning management with moodle", *linux journal*, p. 7817, December 2004.
- [71] Protégé. <<http://protege.stanford.edu/>>
- [72] Rahnev, A. , N. Pavlov и O. Rahneva, "Architecture & Design of Distributed Electronic Testing Cluster (DeTC) based on Microsoft.NET Framework" в *IMAPS CS International Conference*, Brno, Czech Republic, ISBN 80-214-2990-9 , 2005, pp. 417-422.
- [73] Rich, Elaine , *User Modeling via Sterotypes*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1998, ISBN:1-55860-444-8.
- [74] Riecken, D. E., "Personalized views of personalization", *Communication of the ACM*, vol. 43, no. 8, pp. 27-28, 2000.
- [75] SAKAI. <<http://www.sakaiproject.org/>>
- [76] Salem, B. , J. A. Lino и M. Rauterberg, "SmartEx: a case study on user profiling and adaptation in exhibition booths", *Journal of Ambient and Intelligent Human Computing*, pp. 185-198, 2010.
- [77] Sharples, M. , "Evaluation of a mobile learning organiser and concept-mapping tools" в *Learning with mobile devices: research and development*, pp. 139-144.
- [78] Siewe, F. et al, "CCA: a Calculus of Context-aware Ambients" в *Proceedings of 2009 International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, 2009, pp. 972-977.
- [79] Staker, H. и M. B. Horn, "Classifying K–12 Blended learning", Innosight Institute, 2012.
- [80] Stoyanov, S. , "Context-Aware and Adaptable eLearning Systems", STRL, De Montfort University, Leicester, UK, PhD Thesis 2012.
- [81] Stoyanov, S.; Popchev, I.; Doychev, E.; Mitev, D.; Valkanov, V.; Stoyanova-Doycheva, A.; Valkanova, V.; Minov, I., "DeLC Educational Portal", *Cybernetics and Information Technologies (CIT)*, vol. 10, no. 3, pp. 49-69, 2010.
- [82] Stoyanova-Doycheva, A. , "A Software Refactoring Process and the Supported Tools" в *Fourth International Conference for Informatics and Information Technology*, Bitola, Macedonia, 11-14 Dec 2003, pp. 70-77, ISBN 9989-668-45-0.

- [83] Stoyanova, A. и Т. Glushkova, "Model for implementation of interactive distance learning" в *International Scientific Conference "Informatics in scientific knowledge"*, Varna, June 2010, Varna Free University "Chernorizets Hrabar".
- [84] Stoyanov, S. , G. Cholakov, V. Valkanova и М. Sandalski, "Personalized, Reactive and Proactive Providing of e-Learning Services" в *EdiLib Conference , AACE E-Learn 2011 – World Conference on E-Learning in Corporate, Government*, Honolulu, Hawaii, USA, 17-21 October, 2011.
- [85] Stoyanov, S. , I. Ganchev, I. Popchev, M. O'Droma и V. Valkanova, "Agent-Oriented Middleware for InfoStation-based mLearning Intelligent Systems" в *5th IEEE International Conference on Intelligent Systems IS'10*, London, IEEE Catalog Number: CFP10802-CDR, ISBN:978-1-4244-5164-7, Library of Congress:2009934065 , 07.07 – 09.07.2010, pp. 91-95.
- [86] Stoyanov, S. , I. Ganchev, D. Mitev, V. Valkanov и М. O'Droma, "Service-oriented and Agent-based Architecture Supporting Adaptable, Scenario-based and Context-aware Provision of Mobile e-Learning Services", *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, vol. 3, pp. 771-779, 2011, ISSN 2150-7988.
- [87] Stoyanov, S. , I. Ganchev, M. O'Droma, D. Mitev и I. Minov, "Multi-Agent Architecture for Context-Aware mLearning Provision via InfoStations" в *The 5th International Conference on Soft Computing as Transdisciplinary Science and Technology*, Paris, 2008, pp. 549-552.
- [88] Stoyanov, S. , I. Ganchev, I. Popchev и М. O'Droma, "An Approach for the Development of InfoStation-Based eLearning Architectures", vol. 61, no. 9, pp. 1189-1198, 2008.
- [89] Stoyanov, S. , I. Ganchev, I. Popchev, M. O'Droma и R. Venkov, "DeLC – Distributed eLearning Center" в *1st Balkan Conference in Informatics BCI'2003*, Thessaloniki, Greece, ISBN 960-287-045-1 , 2003, pp. 327-336.
- [90] Stoyanov, S. и I. Popchev, "Evolutionary Development of an Infrastructure Supporting the Transition from CBT to e-Learning", *Cybernetics and Information Technologies (CIT)*, vol. 2, pp. 101-114, 2006, Bulgarian Academy of Sciences.
- [91] Stoyanov, S. , V. Valkanova, G. Cholakov и М. Sandalski, "Education Portal for Reactive and Proactive Service Provision" в *The Third International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications (COGNITIVE 2011)*, Rome, Italy, September 25-30, 2011.
- [92] Stoyanov, S. и др., "Intelligent Distributed eLearning Architecture" in *Intelligent Systems*, V. M. Koleshko, Ed.: ИнТех, 2012, pp. 185-218, Hard cover, 978-953-51-0054-6.
- [93] Su, C. Chao, "An open source portal for educators" в *Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT '05)*, vol. 9, 961-962, p. 2005.
- [94] Toth, P. , "Virtual learning aspects of curriculum development in technical teacher training" в *INES'06. Proceedings. International Conference on Intelligent Engineering Systems*, London, 2006, pp. 308-313.
- [95] Wilson, S.. (2005) Scott Wilson's Website., последно посещение 12.2011
- [96] Zedan, H. , "CS-Flow. Computational Model – Linguistic Support", STRL, De Montfort University, Internal Report 2012.
- [97] Zedan, H. и др., "SEDELIa: Software Engineering DIgital Library, WorkPackage 1: Methodology and Principles of eLearning Systems", De Montfort University (UK), SEDELIa: Software Engineering DIgital Library, WorkPackage 1: Methodology and PrincInternal Report, SEDILla-09-01, Software Technology Research Laboratory 2009.
- [98] Zedan, H. и др., "Mapping Human Creativity" in *STRL Internal Monograph (STRL-2008-09)*. Leicester, UK: De Montfort University, 2008.
- [99] Zenha-Rela, M. и R. Carvalho, "Work in progress: Self evaluation through monitored peer review using the moodle platform" в *Frontiers in Education Conference, 36th Annual*, San Diego, CA,

Dept. Eng. Informatica, Coimbra Univ, IEEE, 0190-5848 , 2006, pp. 26-27.

- [100] Zhuge, H. , *The Knowledge Grid*, 2nd ed.: World Scientific.
- [101] Zhuge, H. , *The Web Resource Space Model*.: Springer, 2008.
- [102] Zhuge, H. и Y. Xing, "Probabilistic Resource Space Model for Managing Resources in Cyber-Physical Society", *IEEE Transactions on Services Computing*, vol. 5, no. 3, pp. 404-421, 2012.
- [103] Вълканова, В. , С. Стоянов, Х. Зедан и И. Попчев, "Модел за изследване на креативното мислене и действие на ученици" в *39-та пролетна конференция на СМБ*, Албена, 2-6 Април, 2010, pp. 274-280.
- [104] Глушкова, Т. , "Адаптивна среда за електронно обучение в средните училища", ФМИ на ПУ "П. Хилендарски", Дисертационен труд 2011.
- [105] Дойчев, Е. и А. Стоянова-Дойчева, "Изграждане на DeLC портал" в *Научно-практическа конференция "Новите технологии в образованието и професионалното обучение"*, София, 2003.
- [106] Дойчев, Е. , А. Тезийски и И. Кожухарова. (2005-2013) Система за управление на потребители "Фокус". <<https://focus.uni-plovdiv.net/>>
- [107] Орозова, Д. , С. Стоянов и И. Попчев, "Виртуално образователно пространство" в *Научна конференция с международно участие „Знанието – традиции, иновации, перспективи“*, Бургас, 2013, приета за печат.
- [108] Рахнева, О. , "Разпределен клъстер за електронно тестване", Пловдивски университет, дисертация 2006.
- [109] Стоянова-Дойчева, А. , "Дефиниране на процес и средства за рефакторинг в обучението по софтуерни технологии", Пловдивски университет, дисертационен труд 2011.
- [110] Стоянов, С. , И. Попчев, Е. Дойчев, Д. Митев и Г. Чолаков, "Архитектура на образователния портал DeLC" в *4-та Национална конференция „Образованието в информационното общество“*, Пловдив, 26-27 май, pp. 129-138.
- [111] Стоянов, С. , М. Сандалски, И. Попчев, Г. Чолаков и Е. Дойчев, "Персонализирана и проактивна доставка на електронни услуги в образователния портал на DeLC" в *4-та Национална конференция „Образованието в информационното общество“*, Пловдив, 26-27 май, pp. 119-128.
- [112] Чолаков, Г. , "Хибридна архитектура за изграждане на Разпределен център за електронно обучение (DeLC)", Пловдивски университет, дисертация 2013.