

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“  
Факултет по математика и информатика  
Катедра „Компютърна информатика“

---

**Марияна Цветанова Соколова - Райкова**

## **МОДЕЛИРАНЕ И СЪЗДАВАНЕ НА ТЕСТОВИ СИСТЕМИ**

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен  
**ДОКТОР**

Област на висше образование **4. Природни науки, математика и информатика;**  
Професионално направление **4.6. Информатика и компютърни науки**  
(научна спец. *01.01.12. Информатика*)

Научен ръководител:  
*проф. д-мн Георги Тотков*

Рецензенти:  
*Доц. д-р Юлияна Пашкова*  
*Доц. д-р Росица Донева*

Пловдив  
2011 г.

Дисертационната работа е обсъдена и насочена за защита от катедрения съвет на кат. „Компютърна информатика“ на ФМИ при „П. Хилендарски“ на 12.04.2011 г.

Материалите по защитата са на разположение на интересувалите се в библиотеката на Факултета по математика и информатика на ПУ „П. Хилендарски“, бул. „България“ № 236, Пловдив.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 6.07.2011 г., от 13:00 ч. в Заседателната зала (Нова сграда на Пловдивския университет, бул. „България“ № 236).

Автор: **Марияна Цветанова Соколова – Райкова**

Заглавие: **Моделиране и създаване на тестови системи**

# Съдържание

<b>Съкращения .....</b>	<b>1</b>
<b>Увод .....</b>	<b>2</b>
Актуалност и характер на проблема.....	2
Цели и структура на дисертационното изследване .....	2
Публикации и разработки във връзка с дисертацията .....	3
Благодарности .....	4
<b>ГЛАВА 1. За теста .....</b>	<b>4</b>
1.1 Класическият тест .....	4
1.2 Електронният тест .....	5
1.3 Адаптивни тестови системи .....	6
1.4 Заключение .....	7
<b>ГЛАВА 2. Моделиране на е-тест .....</b>	<b>7</b>
2.1 Модели на ТЕ и ТВ .....	7
2.2 Акумулативни ТЕ и ТВ.....	9
2.3 ТЕ и ТВ по Блум.....	12
2.4 Адаптивни тестове .....	15
2.5 Заключение .....	16
<b>ГЛАВА 3. Създаване на тестови системи.....</b>	<b>16</b>
3.1 Методики за проектиране и създаване на тестови системи .....	16
3.2 Авторска система PeU .....	17
3.2.1 Анализ .....	17
3.2.2 Проектиране.....	18
3.2.3 Реализация .....	19
3.2.3.1 Използвани средства.....	20
3.2.3.2 Физически модел на базата данни.....	20
3.2.3.3 Модели, класове и обекти на приложението.....	21
3.2.4 Експерименти .....	22
3.2.5 Заключение .....	22
3.3 Акумулативна система BEST .....	22
3.3.1 Анализ .....	23
3.3.2 Проектиране.....	23
3.3.3 Реализация .....	25
3.3.3.1 Използвани средства.....	26
3.3.3.2 Физически модел на базата данни.....	26
3.3.3.3 Модели, класове и обекти на приложението.....	26
3.3.4 Експерименти .....	29
3.3.5 Заключение .....	29
<b>Заключение.....</b>	<b>30</b>
<b>Научни трудове на докторантката, свързани с дисертацията.....</b>	<b>31</b>
<b>Списък на забелязани цитирания.....</b>	<b>32</b>
<b>Литература.....</b>	<b>33</b>

## Съкращения

АСеО	–	Адаптивна среда за електронно обучение
АСО	–	Акумулиращ свободен отговор
АТ	–	Акумулативен тест
АТЕ	–	Акумулативна тестова единица
БД	–	База данни
Е-курс	–	Електронен курс
Е-материал	-	Електронен материал
Е-обучение	–	Електронно обучение
Е-проект	–	Електронен проект
Е-ресурс	-	Електронен ресурс
Е-тест	–	Електронен тест
ИКТ	–	Информационни и комуникационни технологии
ИПО	–	Изучавана предметна област
ИТ	–	Информационни технологии
КК	–	Концептуална карта
КТ	–	Контролна точка
МАТЕ	–	Модул за създаване на акумулативни ТЕ
ОВ	–	Обратна връзка
ПО	–	Предметна област
САТ	–	Система за адаптивно тестване
СеО	–	Система за електронно обучение
СеТ	–	Система за електронно тестване
СеО	–	Стандарт за електронно обучение
ТВ	–	Тестов вариант (тест)
ТЕ	–	Тестова единица
УМ	–	Учебен материал
УЕ	–	Учебна единица (LOM)
ARIADNE	–	Alliance of Remote Instructional Authoring&Distribution Networks for Europe
BEST	–	Bulgarian Educational Site – Български образователен портал
HTML	–	Hypertext Markup Language
IMS	–	Instructional Managment System
IMS QTI	–	IMS Question & Test Interoperability
PeU	–	Plovdiv e-University
SCORM SN	–	SCORM Sequence and Navigation
WWW	–	World Wide Web

## Увод

Отношението към теста, като средство за оценка, е противоречиво. Някои автори го разглеждат като универсално, незаменимо и ефективно средство за оценяване. На тази основа се създават различни тестови системи (IQ, TOEFL, SAT и др.). Други автори се отнасят скептично към възможностите на теста като средство за адекватно оценяване на знанията и уменията и поставят под съмнение неговата универсалност.

### *Актуалност и характер на проблема*

Тематиката на дисертационния труд е свързана с актуални направления на съвременната информатика и информационни технологии в областта на е-тестовите. Особено широко, учебни тестове се използват за оценяване на резултати от нови форми за обучение (дистанционно, отворено, непрекъснато, електронно и др.). Интересът към теста особено нарасна с появата на компютъра и интернет, и опитите за неговото използване в процеса на автоматизиране на обучение и оценяване.

Реализацията на система за електронно тестване поставя множество проблеми. Тези проблеми могат да бъдат разгледани в два аспекта – *методически* (класификация на електронните тестови единици; пълнота на класификацията и сравнение с класическите; осигуряване на автоматичност, адаптивност и акумулативност на учебния тест, измерване на знания от по-високо равнище от простото запаметяване и др.) и *технологичен* (софтуерна реализация на електронните тестови единици (ТЕ) с различни стратегии за създаване, оценяване и изпитване; включване в интерактивни системи с използване на мултимедийни елементи, преносимост на данните в и от други системи и др.).

Съвременните системи за обучение, независимо от възможностите, които предлагат информационните технологии, като правило, включват малко на брой (от 2 до 10) различни видове ТЕ, и не разполагат със средства за структуриране на тест и залагане на различни методики за конструирането, провеждането и оценяването му. Друг проблем при системите за електронно обучение е оперативната съвместимост или преноса на данни от една система в друга.

При решаване на поставените проблеми, най-напред са проучени теорията на класическият тест, функционалностите на съществуващи системи за електронно обучение (CeO) (гл. 1). След това се преминава към изследване и моделиране (гл. 2) на методи и средства за провеждане на адаптивни и т.нар. ‘акумулативни’ тестови варианти (ТВ). Накрая (гл.3), получените модели и резултатите от първите два етапа на дисертационното изследване, се прилагат и конкретизират с проектиране и създаване на системи за електронно тестване (CeT) – *PeU* и *BEST*.

### *Цели и структура на дисертационното изследване*

*Основна цел на дисертационното изследване* е - да се моделира и създаде тестова система с възможности за адаптивно и акумулативно тестване.

В *гл. 1. За теста* се прави обзор на съществуващи подходи при компютърно моделиране на ТЕ – въпроси и задачи и ТВ. Изведени са **4 (четири) основни** цели на дисертационното изследване:

А. Съставяне на общ модел на понятието ТЕ (вкл. акумулативна ТЕ – АТЕ), подходяща за компютърна реализация;

Б. Съставяне на класификация на АТЕ;

В. Предлагане на общи модели за изграждане на адаптивни тестови системи;

Г. Изграждане на конкретни системи за адаптивно тестване (САТ), базирани на предложените модели.

В гл. 1. е разгледана класическата теория на теста. Разгледано е понятието ‘*тест*’ от обща и дидактическа гледна точка, като са приведени определения на различни автори. Представена

е структурата и съдържанието на теста, посочени са неговите основни характеристики, разгледани са и най-известните видове тестове и класификации на ТЕ (част от тест). Направено е проучване на съществуващите СеО и предлаганите видове ТЕ (за най-известните чуждестранни и български образци). Проучени са съществуващите стандарти за е-тестове, и по-подробно един от най-използваните – IMS QTI.

В изследването се предлага математически модел на ТЕ и формално описание на характеристиките на ТЕ, който е описан в *гл. 2. Моделиране на е-тестове*. Всяка ТЕ се реализира като обект, съставен от набор параметри, контекст, типове полета за попълване, характеристики и др., както и методи за визуализация, съхранение, оценяване, редактиране и др. Предлага се модел на адаптивен тест под формата на линеен или разклонен граф. Моделите са подходящи за създаване и провеждане на адаптивни и акумулативни тестове (съставени от ТЕ, генерирани на база на предишен опит и/или измерващи знания от по-високо равнище по ревизираната таксономия на Блум). Приведена е нова класификация на ТЕ, подходяща за компютърна реализация на акумулативни ТЕ, следвайки стандарта IMS [IMS'08], сравнима с класическата таксономия на Рютер.

Тематиката на *гл. 3. Създаване на авторка и акумулативна тестови системи* е свързана с провеждане на експерименти по компютърна реализация на АТЕ от приведената класификация, и създаване на адаптивни и акумулативни ТВ (извършени в СеО PeU и BEST). Описана е програмната реализация на ТЕ от предложената класификация, алгоритми за търсене на ТЕ и провеждане на адаптивни тестове и тестове, измерващи знание по различните равнища от таксономията на Блум.

Основният текст на изследването (общо 140 страници) се съпровожда от две приложения (от 20 страници), които илюстрират изложението в основните текстове с допълнителни таблици, фигури и представят създадените софтуерни системи.

Списъкът на **използваната литература** съдържа 134 заглавия, от които 21 на кирилица, 44 на латиница и 69 и интернет-източници.

Със създадените средства са проведени експерименти, като са създадени повече от 400 ТЕ към модул „Електронни таблици за средното училище“, ТЕ и тестови варианти (ТВ) за университетския курс по „Обектно-ориентирано програмиране“ и ЕП, „Основи на компютърната информатика“ и др.

### ***Публикации и разработки във връзка с дисертацията***

Резултатите на дисертационното изследване, са представени на 13 (тринадесет) научни конференции (6 международни конференции, 7 национални конференции). Части от дисертационното изследване са докладвани и на 2 (два) семинара по електронно обучение – Клагенфурт (Австрия, 2005 г.) и Атинския университет (Гърция 2008 г.). Постигнатите резултати са използвани при провеждане на курс „Работа с конкретни среди за е-обучение“ проведен с университетски преподаватели. Част от резултатите са публикувани и в книга, Глава 5. Моделиране на учебния тест, в „Е-обучението в информационното общество: технологии, модели, системи, достъпност и качество“, Университетско издателство „П. Хилендарски“, 2011 г. Три от публикациите са отличени с награди за: най-добра презентация на международна конференция CompSysTech'04 и най-добри статии в секциите за докторанти на CompSysTech'07 и CompSysTech'08. Пълният списък с публикациите е изложен в частта **Списък на публикациите**. 4 (четири) от публикациите по темата са цитирани в 14 научни изследвания (9 от чуждестранни автори и 5 от български).

Резултати на дисертационния труд са използвани в няколко успешни национални и европейски проекти в областта на електронното обучение – МИ-203 (Моделиране на учебни процеси и управление на проекти за е-обучение) и Д002-308 (Автоматизирано извличане на метаданни от е-документи) към Националния фонд за научни изследвания, BG-19 (изследователска програма между България и Гърция), 116684-CP-1-2004-1-HU-MINERVA-M (e-Taster – кратки,

безплатни, онлайн курсове, ‘тестери’ за международно разпространение на различни езици) и др.

## **Благодарности**

Особена благодарност дължа на проф. дмн. Г. Тотков за постановката на задачата, предоставените материали и разработки, препоръките и подкрепата, оказвани ми през целия период на работа върху дисертационното изследване.

В периода на проведеното изследване, голяма помощ ми беше оказана от доц. д-р Р. Донева и доц. д-р Е. Сомова, както и от други колеги в катедра „Компютърна информатика” на ФМИ при ПУ „П. Хилендарски”. Без тяхната подкрепа и активно участие едва ли биха били възможни постигнатите резултати.

Бих искала да благодаря и на останалите докторанти на проф. дмн Г. Тотков, с които сме имали общи разработки, и които ще продължат развитието на идеите, представени в дисертационното изследване.

## **ГЛАВА 1. За теста**

### **1.1 Класическият тест**

Тестовите се използват в почти всички аспекти от ежедневието на човека – обучение, бизнес, развлечение, и др. В процеса на обучение, чрез тестове се проверява постигнатото равнище на знания и умения, преценяват се резултати на проведено обучение (вкл. постигането на поставени учебни цели), оценява се качеството на съответния учебен курс и/или учебни материали (УМ), и др. Тестовите се използват и като инструмент за управление на процеса на обучение, вкл. за мотивиране на отделни обучавани, разпределянето им в групи (в зависимост от успеваемост и постигнати резултати), и др.

Дидактическите тестове измерват резултати от усвояване на определено учебно съдържание – част от проведена учебна дейност, и с поставени учебни цели и задачи. Съществуват множество определения на понятието дидактически тест, като според Р. Ебел<sup>72</sup>: *„Дидактическият тест се проектира за измерване на ученическото разбиране на някаква част от знанието или на равнището, на което ученикът е усвоил дадени умения“*, а според Л. Р. Гей<sup>86</sup> *„Дидактическите тестове отчитат постигнатото равнище на знания и умения в дадена област в определен момент на педагогическия процес“*. И в двата случая тестът се използва за измерване на знания, натрупани в процеса на обучение. Друг основен въпрос е - чрез какви (и кои) точно ТЕ ще се осъществи измерването и оценяването.

Всеки тест е съставен от отделни тестови въпроси и задачи (или ТЕ). Обикновено типа на самия тест се обуславя от типа на съставлящите го ТЕ. Например един тест е от: *‘открит’* тип, ако е съставен от ТЕ от тип изискващ конструиране на отговора от обучаваните, *‘смесен тип’*, ако е съставен от ТЕ от избран тип или изискващи конструиране на отговорите от обучаваните и съответно от *‘закрит’* тип, ако е съставен от ТЕ със структурирани отговори (спрямо класификации на Хербиг и Рютер). В дисертационното изследване са представени и други класификации на тестовите. Тези класификации са приложими при класическото тестване, но за да бъдат приложени в електронното тестване са необходими някои промени (съставяне на математически модел на ТЕ и нейните характеристики). С появата на електронното обучение и електронно тестване, се появяват и прилагат нови форми на тестове – *адаптивни, динамични, 360 градуса обратна връзка, акумулативни* (описани в дисертационното изследване) и др.

Правилата за *избор на конкретния тип ТЕ*, подходяща за включване в даден тест, са спорни. Най-използвани типове ТЕ (и в класическия, и в електронния тест) са типовете ‘есе’ и ‘множествен избор’. Типът ‘есе’ се характеризира със свободно – лесно и бързо написване на текстов отговор (възможно и неточен, с правописни, стилистични и пунктуационни грешки), съпроводен със следващо бавно и трудоемко оценяване (дори и в случая на е-изпитване – далеч

от възможности за пълна автоматизация). Обратно, в случая на оценяване на тестова единица от тип ‘множествен избор’, оценяването не отнема много време (оценяване с помощта на ‘шаблон на отговорите’, и е възможна пълна автоматизация), но съставянето на въпроса (спец. избора на качествени отговори – дистрактори) изисква доста усилия (вкл. провеждане на експерименти и използване на типични грешки на обучавани за създаване на съответни дистрактори).

## 1.2 Електронният тест

Една от основните характеристики на системите за електронно обучение (CeO) е - какви средства предоставят на потребителите съответната подсистема за създаване, организиране, провеждане и оценяване на е-тестове (CeT). Съществени за е-обучението са и следните въпроси – какви типове ТЕ се поддържат в CeO (в частност – има ли и други типове, различни от класическите), може ли да бъдат автоматично генерирани ТЕ и ТВ в изучаваната предметна област (ИПО) (ползвайки Интернет, дадени учебни материали (УМ), резултати от тестване и др.), предоставят ли CeT нови възможности на преподаватели и обучавани (невъзможни за формите на конвенционално обучение), необходимо ли е да се развива ‘електронна’ методика на тестването (и ако да – в какво се заключават различията ѝ с ‘конвенционалната’), и др.

Обикновено, CeT разполагат с множество ТЕ и ТВ, съхранявани в база данни, и съпроводени от конкретни метаданни (общи данни за отделните ТЕ и ТВ, вкл. ИПО, трудност, скала за оценяване и др.). Ползвайки тези метаданни, ТВ биха могли да се генерират автоматично (в зависимост от желана трудност, конкретен обучаван, съдържание, продължителност, ИПО, и др.). Предимството на ‘автоматизирания’ подход е, че по желание на всеки автор (методист или преподавател) и в зависимост от поставени учебни цели и равнище на знанията на конкретен обучаван (или група обучавани), могат динамично да се генерират различни ТВ.

Стандартизацията на метаданните, ползвани при създаване на бази данни (БД) от ТЕ и ТВ, е от съществено значение за постигането на преносимост между различни CeT, за осигуряване на съвместна работа между автори на тестове, и за мултиплициране на добри практики. Поважни организации в развитието на стандартите за електронно обучение (SteO) са AICC, IMS Global Consortium, ADL, IEEE и ARIADNE.

SteO се отличават с изключително разнообразие по отношение на характеристики и области на действие, и приложение. Стандартите, засягащи преносимостта на учебни ресурси, могат да бъдат разграничени като стандарти за **описание на метаданни**, стандарти за **описание на представянето на ТЕ**, стандарти за **пакетиране на учебни ресурси** и стандарти за **навигация на учебни курсове**.

Най-широко приетите IMS-спецификации са IMS QTI (Question and Test Interchange), IMS Metadata и IMS Content Packaging.

В дисертационното изследване са проучени множество CeO, като в повечето от тях ТВ се конструират като линейна редица от ТЕ, съхранявани в тестова БД (напр. в Moodle, SurveyMonkey, Respondus StudyMate, ATutor, ClassMaker, HotPatatoes, e-Learning Authoring Tool, QuizSchool); други CeO предоставят средства за адаптивно създаване на ТВ и тестване на обучавани с ТЕ от БД, които се определят в зависимост от техните резултатите, постигнати към съответния момент (адаптивно тестване). При конфигурирането и предлагането на тестове, повечето системи използват методи за предотвратяване на измами, като въвеждане на времеви ограничения, ‘разбъркване’ на избираемите отговори за различни обучавани (вж. напр. Moodle, PeU, Best, QuizSchool, e-Learning Authoring Tool и др.), а други осигуряват и автоматично генериране на ТВ (вж. напр. PeU 1.0, e-Learning Authoring Tool, BEST, SIETTE).

В направения обзор на CeO, специално внимание се обръща на преносимостта на тестови данни (ТЕ и ТВ) с ползване на определен стандарт. Стигаме до извод, че не всички тестови БД (дори и на широко разпространени CeO) поддържат стандарти (а следователно – и възможности за ‘тестови’ обмен с други системи), като само 5 (пет) от изследваните 21 (двадесет и една) CeO поддържат адаптивни тестове. Изводът се налага от само себе си – значителна част от съвре-



менните CeO (въпреки наличието на подходящи методи и средства, свързани с новите технологии), все още предоставят ограничени възможности за автори (преподаватели и методисти) на ТЕ и ТВ. Освен това, съставяните и използвани в съвременните CeO не се стремят да измерват знания от по-високо равнище от простото запаметяване на информацията от учебните материали. Друг проблем е, че само 2 (две) от цитираните системи предлагат автоматична генерация на тест, а нито една от тях не предлага средства за подпомагане на процеса по създаване на ТЕ.

### 1.3 Адаптивни тестови системи

В термините на електронното тестване се разглежда и понятието *адаптивни тестове* или *приспособяеми тестове*, които започват да се използват все повече и повече.

Идеята за адаптивно тестване принадлежи на френския психолог Alfred Binet (1859–1911) [Georgiadou'06], който имал за цел да открие начин, за измерване на способността за мислене и обосноваване за конкретна предметна област (ПО). Възможностите на информационните технологии за проектиране на различни средства и методи подпомагащи тестовия процес, помагат за реализирането на по-сложни методики на тестване (адаптивни, динамични, акумулативни и др.). Едни от най-популярните тестове се базират на адаптивното тестване на база на теория на положителния отговор (IRT). Представители на системите за адаптивно тестване (CAT) са тестове като TOEFL [TOEFL] и GRE [GRE], които до скоро са се базирали на стандартен набор от тестови въпроси, подредени по категории, а днес са банка от тестови въпроси с алгоритъм за подбор на ТЕ според модела на обучавания. Други системи прилагат техниката на адаптация са: Graduate Management Admission Test, Scholastic Aptitude Test, Microsoft's qualifications, и др. [Giouroglou'04].

*Адаптивността на CeT* може да бъде представена и реализирана по различни начини:

- на базата на IRT-методи (Item Response Theory – теория за положителния отговор) [Conejo, Kingsbury'83, Kingsbury'89];
- създаване на разклонения, които тестиранят да следва в зависимост от успеха си [Articulate Quizmaker; Sokolova, Totkov'07b; Totkov et al.'04];
- задаване на действие [Lectora], и т.н.

В някои CeT тестът се конструира като структура, съставена от ТЕ и управляващи елементи (конструктори или логически операции), във формата на дърво или граф. Например, в ReU 2.0 [Totkov et al.'04], структурата, управляваща виртуалното изпълнение на ТВ се създава със средства на специален визуален редактор, вкл. чрез 'влачене' и 'пускане' на тестови единици от БД, и управляващи елементи като И, ИЛИ, Начало, Край, Контролна точка, Група, Разклонение), а в други може да се задава коя е следващата ТЕ (според зададени критерии) при формиране на ТВ [Articulate Quizmaker, Sokolova'07].

Потребителският модел служи за разграничение на потребителите и осигурява на системата, способността да приспособи своите действия според конкретния обучаван [Brusilovsky'02]. След като е формиран моделът на обучавания, CAT използват и прилагат този модел, за да подберат съответните, подходящи елементи (под елементи тук имам предвид както учебно съдържание, текстови материали, така и ТЕ), които да се предложат на обучавания. Ако системата не използва модел на обучавания, то тогава се използват набор от диагностични въпроси, чрез които да се формира начална базова оценка на знанието на обучавания. При този тип адаптация се преминава итеративно през няколко стъпки:

- Стъпка 1.** Системата или преподавателят подбират начален въпрос, обикновено със средна трудност.
- Стъпка 2.** Обучаваният отговаря вярно или грешно на зададения въпрос.
- Стъпка 3.** На база на оценяването до момента се избира следваща ТЕ, която обучаваният отново решава.
- Стъпка 4.** Формира се нова оценка (на базата на текущия отговор и на оценката до момента).

**Стъпка 5.** Стъпки от 2. до 4. се повтарят до достигане на условието за край.

**Стъпка 6.** Условието за край се задава от преподавателя (напр. може да бъде достигане на определена оценка, достигане на определено равнище на трудност на ТЕ, решаване на зададен брой ТЕ, достигане до определена ТЕ и др.).

В резултат на автоматичния подбор на ТЕ спрямо конкретните способности на обучаваните, се получават множество различни тестове. Това спомага както за елиминация на проблемите свързани с преписване и запаметяване на теста, така и за намаляване дължината и времето за решаване на теста, като обучаваните не губят време да решават ТЕ, които не са подходящи за тях.

Според Suen & Parkes (1996) „това е един от най-ефикасните методи за обективно оценяване на тест и обикновено изисква само 20 % от броя на въпросите, които са необходими при традиционно решаване на тест с хартия и химикалка”.

## **1.4 Заключение**

След анализа на множество български и чуждестранни СеТ, могат да се направят следните изводи:

- независимо от големия брой разработвани СеТ и съвременната тенденция за използване на интелектуални технологии, могат да се посочат сравнително малко на брой примери за автоматично генериране на ТВ (обикновено, базирано на определени ‘твърди’ правила за съответната ИПО, на случаен избор на ТЕ от дадена банка от ТЕ, и др.);
- едва 6 (шест) от проучените (повече от 20) СеО осигуряват средства за адаптивно обучение и тестване (основно предимство на приложението на ИКТ в областта),
- повечето от проучените системи осигуряват сравнително малък брой типове ТЕ, основната причина за което се заключава в отсъствието на подходяща (за софтуерна разработка) класификация на ТЕ;
- независимо от множеството разработени стандарти за е-обучение (LOM, SCORM, AICC, IMS и др.) не винаги СеТ и СеО предлагат импорт/експорт на пакети с учебно съдържание в/от други среди и др.

## **ГЛАВА 2. Моделиране на е-тест**

Еlegantен начин за увеличаване на сравнително ограничен брой типове ТЕ, използвани в съвременните СеТ е представен в [Sokolova et al.'08]. Основната идея е свързана с генериране на нови типове ТЕ, като се използват ‘акумулирани’ отговори (на обучавани) на специален тип тестови единици - така наречените ‘акумулативни’ ТЕ (АТЕ). В раздел 2.1. се представя класификация на АТЕ, която не само е подходяща за компютърна реализация, но може да се използва и за автоматично генериране на всички познати (от класическата теория на теста) типове ТЕ. В раздел 2.2. се предлага модел на акумулативни ТЕ, които се използват за автоматично генериране на нови ТЕ от друг тип, или за динамично калиброване на тестови банки. В този раздел е предложен както модел на подобна ТЕ и подходяща класификация на АТЕ. В раздел 2.3. е представен модел за интегриране на таксономията на Блум в СеО, а в раздел 2.4. са разгледани възможности за постигане на адаптивност на тестовия процес с изграждане на разклонени, управляващи структури и на основата на двете идеи за АТЕ и АТЕ по Блум.

### **2.1 Модели на ТЕ и ТВ**

За проектиране на СеТ е необходимо по подходящ начин да се представят вътрешната структура и организацията на провеждане и оценяване на ТВ като набор от различни типове ТЕ. За осигуряване на адаптивност на съответните СеТ, е необходимо въвеждане на подходящи метаданни за описание на ТЕ, обучавани и ИПО, и тяхното умело използване в процеса на е-тестване.

**Определение 1.** *Моделът на тестова (оценъчна) единица*  $M_v$ , се задава с наредената шесторка  $(S, K, T, p, q, H_v)$ , където  $K$  е произволно едноелементно S-множество (наречено *контекст* или S-фрейм на ТЕ);  $T = \{T_s : s \in S\}$  е S-сортово множество (представящо *сортовите множества* на отделните слотове на S-фрейма);  $p$  – унарнен предикат (определящ *потенциалните отговори* или ограниченията при едновременното попълване на слотовете);  $q$  – бинарен предикат (определящ *решенията* на ТЕ), а  $H_v$  е крайно множество от двойки  $(C, f_C)$ , където  $C \in V_d$  е понятие от ИПО  $M_d$  и  $f_C : C \rightarrow S_1^e \times S_2^e \times \dots \times S_n^e$  е ресурсна функция.

**Определение 2.** *Условие на тестовата единица*  $M_v$  е четворката  $Q = \langle S, K, T, p \rangle$ .

**Определение 3.** *Потенциален отговор*  $R$  на ТЕ  $M_v$  е всяко крайно S-сортово множество  $R = \{R_s : s \in S\}$ , за което  $R_s \subseteq T_s, s \in S$  и  $p(R)$  е истинно.

**Определение 4.** *Решение на тестовата единица*  $M_v$  е всеки потенциален отговор  $R$ , за който  $q(K, R)$  е истинно.

**Определение 5.** *Тестовият вариант (тестът)* е крайно множество от ТЕ.

При провеждането на тест, на обучаваните се представят условия на ТЕ от типа  $Q = \langle S, C, T, p \rangle$  и се предлага да открият съответните решения.

Освен с контекст  $K$ , множество за извличане на потенциалните отговори  $T$ , предикат  $p$ , определящ потенциалните отговори и предикат  $q$ , определящ решението (проверяващ отговора на обучавания), всяка ТЕ се характеризира още и с форма за визуализация, метод за въвеждане на  $K$ , метод за визуализиране на  $K$ , метод за попълване на формата, и подсказка.

**Контекстът** се разглежда като обединение от три елемента, наречени предусловие, основа и алтернативи.

**Предусловието** (не е задължително да е в началото на ТЕ и може да липсва) определя какво се изисква в ТЕ. Обикновено, СеТ поддържа списък от предусловия, които се предлагат на потребителя за избор. Предусловието съдържа предиката за потенциален отговор  $p$ . Ако  $p$  се въвежда отвън е необходим семантичен анализатор за текстове на естествен език за да се извлече, а ако е чрез избор на предусловие от поддържащия списък, то  $p$  предварително се задава (вгражда) в системата.

**Основата** е единствената задължителна част, която може да съдържа и празни позиции за попълване. Ако такива има, основата се въвежда след като е определен броят на празните позиции. Задаването на основата може да става по два принципно различни начина:

- предварително се определя броят на празните позиции за попълване и след това се въвежда останалият текст;
- в процеса на въвеждане на текста се маркират празните позиции с определен маркер.

**Алтернативите**, чрез които могат да се попълват празните позиции в основата, определят множество  $T$  (възможно и празно) на потенциалните отговори. Първо се определя техният брой и последователно се въвеждат, като по въведените стойности типът на позициите за попълване се определя автоматично (чрез предикат  $p$ , определящ принадлежност към типа).

При **провеждането на теста** на обучаваните се представят условия на ТЕ от типа  $Q = (S, K, T, p)$  и се предлага да открият съответните решения.

Класификация, която използва формалния подход, предложен с определения 1-6 се основава на изследване на мощността на множеството на потенциалните отговори,  $R$  и е в зависимост от това – дали сортовите множества  $T$  могат да бъдат извлечени (или не) от контекста на ТЕ  $K$ . Представени са четири основни типа ТЕ и отговори (Тип 1, Тип 2, Тип 3 и Тип 4).

**Тип 1.** В условие  $Q$ ,  $S = \{1, 2, \dots, n\}$  ( $n$  е броя позиции за запълване),  $p(R) = \{R_i | = 1, i = \overline{1, n}\}$ ,  $T_i, i = \overline{1, n}$  са зададени директно или се извличат от контекста  $K$ .

**Тип 2.** В условие  $Q$ ,  $S = \{1, 2, \dots, n\}$  ( $n$  е броя позиции за запълване),  $p(R) = \{R_i | = 1, i = \overline{1, n}\}$ , а  $T_i, i = \overline{1, n}$  не могат да се извличат от контекста  $K$ . В редица случаи  $T_i, i = \overline{1, n}$  представляват основни понятия в предметната област, речник от синоними на дадено понятие и др.

**Тип 3.** В условие  $Q$ ,  $S = \{1, 2, \dots, n\}$  ( $n$  е броя позиции за запълване),  $p(R) = \{R_i | \geq 1, i = \overline{1, n}\}$ ,  $T_i, i = \overline{1, n}$  са зададени или се извличат от контекста  $K$ .

**Тип 4.** В условие  $Q$ ,  $S = \{1, 2, \dots, n\}$  ( $n$  е броя позиции за запълване),  $p(R) = \{R_i | \geq 1, i = \overline{1, n}\}$ , а  $T_i, i = \overline{1, n}$  не могат да се извличат от контекста  $K$ . В редица случаи  $T_i, i = \overline{1, n}$  представляват основни понятия в ИПО, речник, синоними на дадено наименование и др.

Представени са 24 ТЕ от типове 1 – 4. ТЕ са от различни ПО. В много случаи оригиналните формулировки са непълни и неточни. Използването на въведената класификации.

Според въведената типология, и на базата на конструктивният подход, е направена класификация на различните типове ТЕ [Соколова и др.'05, Sokolova, Totkov'05] (Таблица 2.1.). Предложената класификация се базира на множеството на отговора и е сравнима с класификацията на IMS. Направената нова класификация се състои от 9 основни вида ТЕ, от които 6 са с отговор, избран от дадено множество (структуриран отговор), 2 са със свободен (закрит) отговор, а 1 е със смесен отговор. При реализация се разделят на 21 разновидности в зависимост от типа на данните на условието на ТЕ, като съответно 13 с избор на отговора от дадено множество, 7 със свободен отговор и 1 със смесен отговор. 6 от основните типове (13 разновидности) се оценяват автоматично (озн. с А в Таблица 2.1.), 1 тип (2 разновидности) от преподавателя (озн. с П) и 3 типа, при които за всяка конкретна ТЕ се определя дали да се оцени автоматично или от преподавателя (6 разновидности) (озн. А/П). Например при ТЕ със смесен отговор, как се оценява, зависи от типовете на подзадачите, от които е съставена. В първата колона на таблицата са дадени общите подтипове от класическата класификация на ТЕ, а във втората колонка са изброени съответните им типове ТЕ при конкретна компютърна реализация. Четвъртата колонка показва дали е възможно съответният тип ТЕ да се оценява автоматично от системата или е необходимо оценяване от преподавател. В последната колона е дадено съответствието на тези типове с класификацията на стандарта IMS QTI.

## 2.2 Акумулативни ТЕ и ТВ

СеО предоставят множество средства, които подпомагат и развиват процеса на е-тестване. Изследват се и различни нови методики и средства за е-тестване (концептуални карти [Anohina'07], мисловни карти [MindMeister], портфолио [Barrett'04], 360 градусова ОБ [Focal360], адаптивни тестове [Conejo, Kingsbury'89, Totkov'04], автоматично генерирани тестове, акумулативни тестове и тестове за измерване на знание от по-високо равнище [Sokolova, Totkov'07, Sokolova, Totkov'08], и др.). Електронният тест, предлаган на обучаваните, в крайна сметка може да се представи като линейна или нелинейна ([Conejo, Kingsbury'89, Totkov al.'04]) редица от ТЕ (от различен тип).

В посока на решаване на така поставения въпрос, в раздел 2.2. се разглежда нов (за теорията на теста) тип на ТЕ, наречен 'акумулативен', въвеждането на който позволява реализация на идеята за автоматично трансформиране на ТЕ от даден тип към друг. Също в раздел 2.3., на базата на таксономията на Блум, и на идеята за 'акумулиране' на отговори, се предлага методика за създаване/извличане на контекста на ИПО в процеса на е-тестване.

Вид	Разновидност при реализация	Оценяване	IMS-класификация
<b>I. Отговор с избор от дадено множество</b>			
Множествен избор	Множествен избор от текстове Избор на част от изображение	A	Множествен избор на текстове Множествен избор на изображения Множествен избор на аудио файлове Множествен избор на част от изображение Множествен избор чрез плъзгач Попълване на празнини, чрез множествен избор Попълване на числа чрез избор с плъзгач
Алтернативен отговор	Алтернативен отговор	A	Алтернативен отговор
Множествен отговор	Множествен отговор от текстове Избор на части от изображение	A	Множествен отговор чрез текстове Множествен отговор с множество картинки
Подреждане на обекти	Установяване на ред между текстове Установяване на ред между изображения	A	Установяване на ред между текстове Установяване на ред между изображения Влачене на обекти (картинки)
Установяване на съответствие	Установяване на съответствия между два типа обекти (текст-текст, текст-изображение и изображение-изображение) Синтезиране на изображение Идентифициране на части на изображение	A	Установяване на съответствия между текстове Установяване на съответствия между изображения
Попълване на полета с множествен избор	Попълване на полета чрез множествен избор	A	Попълване на празнини в текст с набор от думи/ словосъчетания
<b>II. Свободен отговор</b>			
Попълване на полета в шаблон на отговора	Свободен кратък отговор Редактиране на таблица Описание на изображение Редактиране на текст	A/П	Попълване на празнини; Попълване на празнини чрез цели числа Попълване на празнини чрез реални числа
Свободен отговор	Свободен отговор Свободен отговор във файл	A/П	Свободен отговор
<b>III. Смесен отговор</b>			
Смесен отговор	Смесен отговор	A/П	Множествен избор с попълване на празнини

**Таблица 2.1. Класификация на TE, основана на конструктивния подход и IMS-класификация  
(A – автоматична проверка, П – проверка от преподавателя)**

В изследването е експериментирана и методика - как знания на тествани обучавани (в дадена ИПО) да се използват за конструиране на следващи ТЕ (в същата ИПО). Методиката е общо приложима (не зависи от ИПО, дисциплината, и др.) и адаптивна (вкл. с автоматично генериране на ТЕ относно понятия и отношения в конкретната ПО).

При съставяне на ТЕ, включени в е-тест, са възможни няколко подхода:

- а) **авторски** ('ръчно' създаване от експерти в ИПО);
- б) **автоматично генериране** на базата на семантично описание на ИПО;
- в) използване на техники от областта на **компютърната лингвистика**- извличане на данни от текст и/или Интернет-източници, включване на 'въпросно-ответни системи' и др.;
- г) автоматично генериране на базата на предишен опит при е-тестване ('**акумулиране**');
- д) избор измежду стандартен набор на **шаблонни въпроси** (с последващо редактиране за съответната ИПО), и др.

В Глава 2. се разглеждат конкретни решения, свързани с г) и д).

Измерение	Тип данни	Основни акумулиращи типове ТЕ Подкатегории (акумулирани типове ТЕ)
0	–	<b>I. Информативен (без отговор)</b> Описание
1	Текст/ файл/ изображение	<b>II. Акумулиращ отворен въпрос (текстов отговор)</b> Множествен избор; Свободен отговор; Множествен отговор; Истина или лъжа; истина или лъжа с пояснение; Множествен избор след множествен отговор; Въпрос от файл и текстов отговор; Редактиране на текст; Изчислителен; Числов
		<b>III. Акумулиращ отворен въпрос (файлов отговор)</b> Файлов отговор; Въпрос от файл и файлов отговор
		<b>IV. Акумулиращ отворен въпрос (отговор изображение)</b> Множествен избор от изображения; Множествен отговор от изображения; Област в изображение; Области в изображение; излишно изображение; Описание на група от изображения; Описание на изчезващо изображение (с/без помощ)
2	Текст/ изображение	<b>V. Акумулиращо комбиниране на елементи (от еднакви типове данни)</b> Комбиниране на текстове; Комбиниране на изображения; Подреждане по смисъл; Подреждане по смисъл (след множествен отговор)
		<b>VI. Акумулиращо комбиниране на елементи (от различни типове данни)</b> Комбиниране на текстове и изображения; Описание на изображения; подреждане на изображения
≥ 3	Текст/ изображение	<b>VII. Акумулиращо комбиниране на елементи (от еднакви типове данни)</b> Попълване на празнини; Попълване на празнини с алтернативи; Попълване на празнини с изображения; Подреждане на таблица; Попълване на таблица; Ребус
		<b>VIII. Акумулиращо комбиниране на елементи (от различни типове данни)</b> Кръстословица; Кръстословица с изображения

Таблица 2.2. Класификация на акумулиращите ТЕ

Към проблема за разработване на класификационна схема на ТЕ, подходяща за компютърна реализация, може да се подходи по различни начини. Предложената в дисертационното изследване класификация (Таблица 2.2.) [Соколова, Тотков'08] се основава на два параметъра – тип на отговора, който се очаква и мощност на множеството на отговора (в една, две, три и т.н. колони). На пръв поглед, класификацията наподобява предложената по-горе (Таблица 2.1.), но с *две съществени разлики*:

- ТЕ от базов тип на новата класификация може да акумулира данни (по време на реален процес на е-обучение) от отговори на изпитваните, от които по-късно да се генерират нови ТЕ, при това – от друг тип;
- тестов въпрос от дадена подкатегория може да генерира ‘основен’ тестов въпрос, и като следствие – от всяка друга подкатегория.

ТЕ, който притежава горните две характеристики е представител на акумулиращ тестов тип в новата класификация. Например, добре познатият класически тип ‘Отворен въпрос с кратък текстов отговор’ може да се представи чрез следната обща структура: *<име, условие, схема за оценяване, свободен текстов отговор>*. Множество други тестови типове имат сходна структура, като единствената разлика е при последния елемент ‘отговор’, който при тях принадлежи на друг тип данни (например – множеството {истина, лъжа}, кратки текстови отговори {алтернатива1, алтернатива2, ..., алтернативаN}, файл, изображение и др.). Всеки отворен текстов въпрос може да генерира други тестови типове (напр. множествен избор, множествен отговор, свободен текстов отговор, истина/ лъжа и др.), ако на разположение, например, е множество от отговори, които обучавани са дали на този въпрос.

### **2.3 ТЕ и ТВ по Блум**

Основни проблеми при тестването са надеждност, валидност и коректност (на теста, тестовите въпроси и оценяването). За да се преодолеят проблемите, ТВ трябва да се съставят според ясни критерии и цели, а включените ТЕ трябва да съответстват на равнището на знания на обучаваните. До неотдавна се считаше, че за измерване на равнището на знания от по-високо равнище в дадена предметна област (ПО) могат да се използват само въпроси от тип ‘есе’. Напоследък се коментира и обосновава възможността - въпроси от тип ‘избор’ да измерват знание от по-високо равнище по таксономията на Блум [DAMMCQs]. ТЕ могат да бъдат подбирани и подреждани по различни критерии – трудност, тип, време за решаване, съответна ПО и понятия, възможност (или не) за автоматично оценяване и т.н. През 1956 г. Блум [Bloom'84] предлага 6 (шест) равнища за оценяване - знание, разбиране, приложение, анализ, синтез, оценяване. По-късно тази таксономия е развита и представена като двумерна рамка, при която по първата ос са разположени 6-те равнища на знанието (именувани тук запаметяване, разбиране, прилагане, анализ, оценяване и създаване), а по втората ос са разположени различните типове когнитивни процеси, засегнати при различните равнища на знанието (факти, понятия, процедури, метазнание [Dalton'03]). Таксономията на Блум се използва в множество CeO [Chen'08, Muzio'02, Peiwen'05, Wikramanayake'03], с което се цели измерване на по-сложни знания, постигане на по-високо качество на обучение, прилагане на различни педагогически методи и схеми.

На базата на разширената таксономия на Блум в дисертационното изследване е създадена таблица, съдържаща стотици АТЕ и шаблони на въпроси, независещи от ИПО, дисциплина и тема. Таблицата се състои от 4 (четири) колони, представящи когнитивните умения, свързани съответно с факти, понятия, процедури и метазнание, и 6 (шест) реда за равнищата на измерваното знание – запаметяване, разбиране, прилагане, анализ, оценяване и създаване. Във всяка от 24-те клетки на таблицата са дадени конкретни акумулиращи тестови въпроси и/или шаблони на ТЕ – представители на измерваното равнище на знание (според реда, в който е разположена съответната клетка) и на усвоените когнитивни умения (според съответния стълб). Например, представители на въпроси, свързани с измерване на равнище ‘запаметяване’ относно когнитивно умение ‘усвояване на понятия’ са: Избройте основни факти, идеи, понятия, процедури в те-

мата?; Опишете .....; Посочете примери за ...; Дайте определения за ...; Избройте основните отношения между ..., и др.

Таблица 2.3. е силно генеративна – отговори, дадени от обучаваните на въпроси/шаблони на предходно равнище на оценяване (например в даден ред/стълб) се обработват и запамятват, с цел следващо използване като източник на конкретни следващи въпроси (с попълване на шаблони в друг ред/стълб).

Важно е да се отбележи, че въпросите в разглежданата таблица са от акумулативен тип, и могат безпроблемно да бъдат ‘вградени’ в автоматизирана система за е-тестване. По същество, таблицата представя иновативна методика, широко приложима не само при създаване на тестови бази от данни и/или ТЕ към отделни учебни теми, но и за проектиране и създаване на системи за е-тестване с широко приложение.

Въпрос от *първо (най-ниско равнище)* за измерване на запамятането на информация при автоматично генериран тест, например е „*Избройте 5-те най-важни понятия -предмет на разглежданата тема*”. Възможните акумулирани (евентуално оценени и редактирани) отговори на група обучавани да означим с  $P = \{O_1, O_2, \dots, O_p\}$ , а със  $C$  – *подмножеството на коректните (положително оценени) отговори от  $P$* . Тогава, на следващи оценявания може да се предлага друг въпрос (с използване на вече оценени отговори от  $P$ ), например – „*Дайте определение за понятие  $O_i$* “ ( $i$  се избира случайно, с единствено условие  $O_i \in C$ ). Възможно е и допълнително параметризиране – например по брой изучавани понятия (в примера – 5) и отношения, и т.н.

За измерване на *второто равнище ‘разбиране’*, е възможно генериране на въпрос „*Посочете отношението между понятия  $O_i$  и  $O_j$* “ (тук  $O_i, O_j \in C$ , с варианти - множествен избор от списък на универсални отношения или създаване на списък от оценяваните. За акумулиране на

отношения в ПО могат да бъдат генерирани и зададени множество въпроси (поне  $\frac{n(n-1)}{2}$ , където  $n = |C|$ ). След натрупване на отговори на обучаваните в базата данни разполагаме с множество  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_r\}$  от възможни отношения между понятия в дадената ПО. Аналогично, елементи на  $R$  могат да бъдат използвани за генериране на серия от следващи въпроси. Друг въпрос от същото равнище на трудност е „*Подредете понятия  $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$  (от  $C$ ) по групи и категории*“, като групите и категориите се предлагат под формата на списъци (за факти, имена, събития, действия, дати, личности, места, фрази, определения, принципи, теории, методи, процедури и т.н.), към които може да се добавя. Възможно е СеО да се базира и на съответна онтология.

Въпроси от равнище *‘измерване на умения за анализ’* са „*Сравнете понятия  $O_i$  и  $O_j$* “ и „*Определете типа на връзка между понятия  $O_i$  и  $O_j$* “ (отново може да се избира от акумулирания списък  $R_1, R_2, \dots, R_n$  и/или от стандартен списък на отношения, например – принадлежи\_на, част\_от, и др.

Примерни въпроси, подходящи за по-високи равнища на знанието, които могат да се генерират (на базата на отговори, получени при оценяване на по-ниски равнища) са: „*Подредете понятия  $O_1, O_2, \dots, O_n$  по значимост за темата*“ (*равнище ‘оценяване’*); „*Кое от понятия  $O_1, O_2, \dots, O_n$  е централно за темата, и защо?*“, „*Разкажете със свои думи за (централното) понятие  $O_i$* “ (*‘създаване’*), и т.н.















	<b>Понятия</b>	<b>Факти</b>	<b>Процедури</b>	<b>Метазнание</b>
<b>Запаметяване</b>	Избройте (до 5) основни понятия. Отговор: C1, C2,...Cn Избройте (до 5) основни идеи. Отговор: C1, C2,...Cn.	Избройте (до 5) основни раздели (подтеми). Отговор: F1, F2,...Fn Избройте (до 5) факта (нови думи, събития, и т.н.), които научихте.	Посочете (до 5) основни проблема – предмет на темата. Отговор: P1, P2,...Pn. Посочете (до 3) възможни решения на всеки основен проблем.	За какво се отнася УМ(основна тема). Посочете (до 5) области на изучаваната дисциплина, към които бихте отнесли УМ.
<b>Разбиране</b>	Избройте връзките между понятията. Отговор: R1, R2,...R3	Подредете фактите в категории (групи). Какво доказва (следва от) всеки един факт?	Посочете процедурите, които попадат в група/ категория Oi. Избройте (до 3) следствия от прилагане на процедура Pi.	Посочете други понятия, които могат да бъдат в категория Ci и не са описани в УМ.
<b>Приложение</b>	Избройте за какво могат да се използват понятията Ci.	Посочете ситуации, при които могат да бъдат полезни съответните факти (дайте примери).	Посочете в какви ситуации процедура Pi може да се използва за...	Използвайте процедура Pi, за да докажете дадена (формулирана предварително) теза.
<b>Анализ</b>	Избройте разликите между Ci и Cj. Сравнете Ci и Cj, представени в УМ.	Подредете фактите F1, F2, ... в хронологичен ред. Какво се случва след факт F1?	Представете процедура Pi като редица от отделни стъпки.	Посочете други връзки между понятията, освен посочените в УМ.
<b>Оценяване</b>	Кое е понятието, на което се акцентира най-много, и защо (според вас)?	Посочете най-важните факти. Подредете по значимост за темата фактите F1, F2, ...,Fn.	Подредете процедурите P1, P2, ...,Pn по значимост за изучаваната тема.	Посочете (до 3) категории лица, за които са полезни тези знания (с обосновка).
<b>Синтез</b>	Съставете мисловна карта на изучената тема, използвайки понятията и връзките между тях.		Кои процедури имат нужда от промяна, и защо? Представете свои варианти.	Посочете (ако има) грешки в представените процедури Pi.

**Таблица 2.3. Двумерна рамка по таксономията на Блум (извадка)**

## 2.4 Адаптивни тестове

За *моделиране на адаптивни е-курсове или е-тестове* могат да се използват структури от тип ‘граф’ [Тотков и др.’04, Totkov et al.’04] със специални възли, наречени *Контролна точка*, *Разклонение (n, m)*, *Повторение*, *Начало* и *Край* (Таблица 2.4.) или да се приложат идеите за АТЕ и АТЕ по Блум. В раздел 2.4. се разглежда създаването на адаптивни тестове, чрез конструиране на ‘разклонени’ ТВ, като различните възли имат различна семантика.

Възлите от тип *Контролна точка* осигуряват адаптиране на стратегията за провеждане на теста към обучавания в зависимост от неговия текущ успех. Текущият успех се получава на базата на ТЕ, включени в контролната точка (напр. като среден успех от тези ТЕ или чрез директно оценяване от преподавателя). Включените ТЕ могат да бъдат както възли по графа на обучение и (евентуално) решени по-рано, така и нови – специфични за контролната точка. Интерпретацията на контролните точки в процеса на виртуално обучение позволява ефективна реализация на обратната връзка обучаван – преподавател: достигането до контролна точка на конкретен обучаван, автоматично се индицира в преподавателското портфолио за съответния курс – очаква се или проверка на ТЕ (обикновено със свободен отговор), или резолюция за общата оценка на ТЕ, включени в съдържанието на контролната точка. В някои случаи, оценяването може да се извърши автоматично. Всяка контролна точка има от 1 до 5 изхода, които съответстват на възможните текущи оценки за решените ТЕ (от ‘слаб’ до ‘отличен’). Следователно, при получени различни оценки, обучаваните могат да продължават (вкл. и със собствен избор) по различни учебни пътища в графа.

Графичен знак	Предназначение
	Начало (0 входа, 1 изход)
	Край (n входа, 0 изхода)
	Тестови единици (n входа, 1 изход)
	Учебни материали (n входа, 1 изход)
	Обикновена <i>Група</i> (1 вход, 1 изход) представя система от УМ и ТЕ
	Група <i>И</i> (1 вход, 1 изход) съдържа множество от УМ и ТЕ
	Група <i>ИЛИ</i> (1 вход, 1 изход) съдържа множество от УМ и ТЕ
	Група <i>ОЩЕ</i> (1 вход, 1 изход) съдържа множество от (допълнителни) УМ и ТЕ
	Отношение от тип <i>предшественик на</i> .
	<i>Контролна точка</i> (1 вход; от 1 до 5 изхода) съдържа списък от нови ТЕ и/или указатели към други ТЕ на учебния курс
	<i>Разклонение</i> (n, m) (поне n входа и поне m изхода)
	<i>Повторение</i> (1 вход, 1 изход и 1 указател към началото на повтарящия се участък)

**Таблица 2.4. Елементи на ReU-граф, моделиращ адаптивни е-курсове и е-тестове**

Създаването, разработването и актуализирането на тестовете става чрез *визуално редактиране на обобщен граф*, възли (Таблица 2.4.) на които са учебни материали (УМ) (лекции или ТЕ), групи от тях, или възли за управление, а дъгите – отношения от тип *предшественик на*.

Използваните групи са *И*, *ИЛИ*, *Още* и *Група*, а управляващи възли – *Контролна точка*, *Разклонение* (*n*, *m*), *Повторение*, *Начало* и *Край*. Използвани комбинирано, управляващите възли и контролните точки позволяват моделиране на адаптивни учебни курсове и тестове, познати от по-стари системи за обучение, и постигати със специализирани програмни модули за всеки конкретен курс или тест. По този начин, със средства за визуално моделиране, авторите на е-курсове (вкл. тестове) могат да осъществяват различни педагогически стратегии и методики, при които, след постигане на даден (текущ) успех от конкретен обучаван, в зависимост от прогреса, обучавания да се насочва по един или друг път на обучение.

Графовата структура (освен за създаване и провеждане на различни видове тестове) може да се използва и за провеждане на различни обучаващи стратегии: **предварителен контрол**, **заключителен контрол**, **текущ контрол** (чрез възел ‘контролна точка’), **постигане на цел** поне по два различни начина (чрез възела ‘разклонение’) и др.

## 2.5 Заключение

На базата на разгледаните по-горе акумулативни ТЕ и разширената таксономия на Блум, е възможно разработването на адаптивни тестове. По този начин, имаме банка с АТЕ по Блум (Таблица 2.3.), може да се организират тестове с различни стратегии.

Идеята за създаване на таксономия от специфични типове тестови единици, които да се използват при съз- даване на други (класически) типове ТЕ, се заключава в използване на въпроси– шаблони (резултат от изследване, анализ и адаптиране на ТЕ от различни предмет- ни области и източници), групирани в няколко категории: описателни; свързани с използване на методи; обяснителни; за сравнение и преференциални (по предпочи- тание). Всяка от тези категории е разделена на подкатегории, в които се включват различни въпроси-шаблони. В зависимост от поставения въпрос, очакваните отго- вори са от различен тип – да/не, с множествен избор, само една дума, изречение или параграф, и др. Представената йерархия не зависи от ИПО и може да се използва за генериране на други ТЕ, като в зависимост от натрупаните и съхранени отговори на въпроси от предходно равнище, дадени от реални обучавани, генерира следващи въпроси в процеса на изпитване.

Представената идея позволява да се проектира и създаде съответна софтуерна система за генериране на тестови единици в ИПО, която може да стартира “съзидателния” процес, започвайки с генеративен въпрос, формулиран от съответния препо- давател. Продължавайки с нови ТЕ (създавани с използване на отговори, получени в процеса на тестване), системата ще продължи да генерира нови и нови въпро- си – резултат на изпитване в съответния контекст.

## ГЛАВА 3. Създаване на тестови системи

### 3.1 Методики за проектиране и създаване на тестови системи

При проектирането на една СеТ може да се подходи по различни начини в зависимост от наличните ресурси:

а) създаване на специализирана система за е-обучение с вградени средства за провеждане на акумулативно тестване (*‘от нулата’*);

б) изграждане на СеО на базата на съществуващ модул за създаване на акумулативни ТЕ– АТЕ(МАТЕ)– с използване на създадени средства за а) моделиране АТЕ (*‘нова СеО над съществуващ МАТЕ’*);

в) развитие на функционалността на известна СеО със средства за моделиране и управление на АТЕ(*‘специализиран нов МАТЕ над съществуваща СеО’*);

г) *интегриране на съществуваща СеО и конкретен МАТЕ.*

В дисертационното изследване са проведени експерименти с а) и в).

В глава 3. се решават следните задачи, поставени в дисертационното изследване:

- проектиране на стандартизирана система за адаптивно и акумулативно тестване;

- разширение на съществуваща система за е-тестване с възможности за адаптация и акумулиране;
- автоматично генериране на ТЕ и тестове;
- разработка на тестове измерващи различни равнища на знанието според таксономията на Блум;
- провеждане на експерименти;
- оценка на получените резултати.

Представена е архитектура на платформа за акумулативно и адаптивно тестване и реализация със софтуерни средства.

За реализация на тестовата система са използвани технология LAMP (вкл. езиците *PHP* [PHP], *JavaScript* [JavaScript], *HTML* [HTML] и уеб-сървърът *Apache* [Apache]), а за БД се използва системата за управление на БД (СУБД) – *MySQL* [MySQL].

При разработката на прототипите част от на дисертационните изследвания (PeU и BEST) се използва т.нар. трислойна архитектура. Както е показано на Фигура 3.1., слой за данни се използва, за да се представи физическото съхранение на данните. Този слой си взаимодейства със слоя на приложението, който изпраща заявки към БД и обработва получените резултати, изпраща ги към уеб-сървъра или слоя за визуализация, след което данните са готови за показване на потребителя. Слой на приложението се ангажира с реализацията на функционалностите на СеО – авторизация на потребителя, реализация на различните модули поддържани от средата (качване и манипулиране на УМ, дискуссионни форуми, чат, провеждане и оценяване на тестове, ОВ и др.)

След избора на архитектура и технология е необходимо проектиране на функционалностите на модула за приложение, като тук се спираме подробно на въпроса за проектиране на тестовия модул. Основните модули на една СеТ са:

- проектиране и създаване на тестови единици (ТЕ) в БД;
- търсене, редактиране и изтриване на ТЕ от БД;
- импортиране и експортиране на ТЕ в и от други СеО;
- проектиране и създаване на тестове;
- търсене, редактиране и изтриване на тестове;
- провеждане на тестове с включени алгоритми реализиращи различни стратегии при провеждането на тестове (вкл. адаптивни и акумулативни);
- оценяване на тестове;
- администриране на тестове и резултати от тестове;
- анализ на резултати от е-тестове.

Ролите на потребителите в разгледаните системи са различни, но като цяло функционалностите се препокриват. Най-пълен списък от роли се дава в стандарта IMS, но често на практика се реализират само част от тях, тъй като обикновено потребителя изпълнява няколко роли едновременно.

За да се проектира АТМ на база на стандарта IMS, се налага разширяване на последния с цел покриване на функционалността на акумулирането. Подробно описание на необходимите нови елементи е дадено в главата, описваща реализацията на АТМ.

## 3.2 Авторска система PeU

### 3.2.1 Анализ

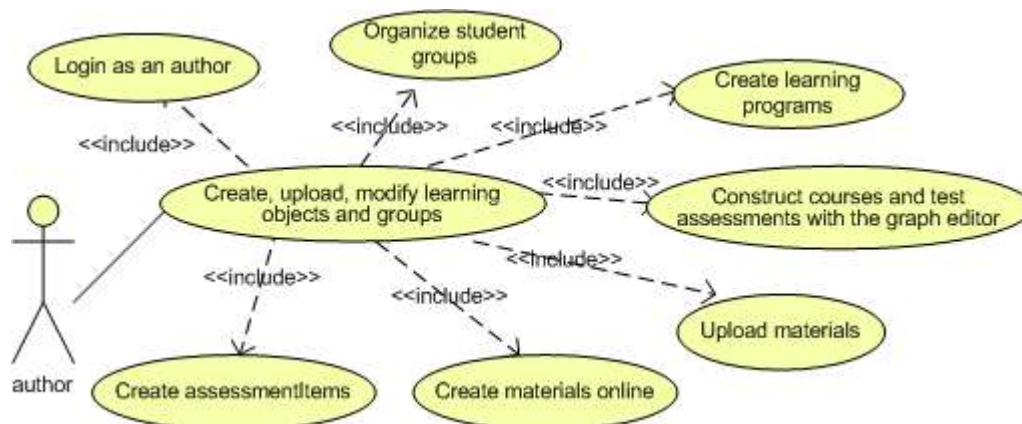
Най-важните проектантски решения са свързани с определянето на основните обекти в системата и какви действия и задължения изпълнява (функционални изисквания към системата). Основните видове роли, които има системата са: автор, преподавател, обучаван, администратор, гост.

Необходимо е и избор и интегриране на СтеО, напр. IMS и SCORM (съответно за пакетирание на ТЕ и ТВ и за пакетирание на курсове и УМ), с което се решава един от проблемите пред съвременните СеО, а именно за оперативна съвместимост.

Разработени са средства, чрез които да е възможно изграждането на структура различна от линейната. Тази структура може да включва не само УМ, но и ТЕ, файлове и др. Изграждането на средства за проектиране, моделиране и конструиране на процеса на обучение, се извършва чрез среда наречена редактор на граф. За изграждането на разклонената структура могат да се използват не само обикновени възли, но и възли с различна семантика – групи, контролни точки (за оценяване), възли за начало и край (разд. 2. 4.).

### 3.2.2 Проектиране

На база на функционалните изисквания към системата и групите потребители, които се поддържат са разработени схеми на отделните потребителски случаи.



Фигура 3.1. Представяне на функционалността на потребителския случай ‘автор’.

Потребителският случай ‘автор’ е от основните за конструиране на учебно съдържание.

<b>Описание</b>	Този случай на употреба описва процеса на конструиране на УМ.
<b>Участници</b>	Автор
<b>Предусловия</b>	Идентификация в системата и да има права за създаване и качване на данни (УМ под формата на файлове или създаване в средата). Проектира и създава адаптивни курсове и тестове с помощта на визуален редактор на граф.
<b>Пост-условия</b>	Създадените УМ извън или в системата да се съхранят във формат поддържан от системата и да се използват за конструиране на курсове и ТЕ.
<b>Нормална последователност на събитията</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Идентификация в системата.</li> <li>2. Проектиране и съхраняване на данни.</li> <li>3. Използване на създадените данни (УМ или ТЕ) за конструиране на курс (използва се редактор на граф).</li> </ol>

Останалите функционални изисквания и потребителски случаи са описани в дисертацията (виж Фигури 3.3., 3.4., 3.5. и 3.6.).

При проектирането на БД е необходимо да се определи **предназначението на БД**. В нашия случай става въпрос за проектиране на е-обучение, в което да са реализирани функционалности представени в дисертационното изследване. Следващата стъпка при проектирането на БД е да се намери и **определи необходимата информация**. На основата на изложените в дисертационното изследване схеми на БД, може да се заключи че необходимата информация е за описанието на различните роли, представяне на УМ, ТЕ, ПО, понятия, ресурси, съхранение на комуникация, съхранение на структура на учебен курс и програма и др. Проектираната БД се със-

той от 65 таблици. Пълно представяне е дадено в текста на дисертацията (виж Фигури 3.7, 3.8. и 3.9.).

### 3.2.3 Реализация

Софтуерна реализация и експерименти с реализацията на ТЕ от предложената класификация в Таблица 2.1. са проведени в *PeU 2.0*. За реализацията са използвани съвременни средства за разработка на уеб-базиран софтуер.

Тестовата подсистема предоставя средства за създаване, редактиране и визуализация на ТЕ, както и за търсене на такива по всяка една от описващите ги характеристики и съставянето на детайлни справки.

Жизненият цикъл на всяка ТЕ преминава стандартно през следните етапи – *съставяне, преглед, съхраняване и редактиране* (Фигура 3.1.). В зависимост от реализацията, тези етапи могат да са разделени на под етапи или да съществуват и други етапи.

При първият етап – *проектирането* на ТЕ, т.е. настройките на елементите и характеристиките ѝ, авторът трябва да премине през следните стъпки:

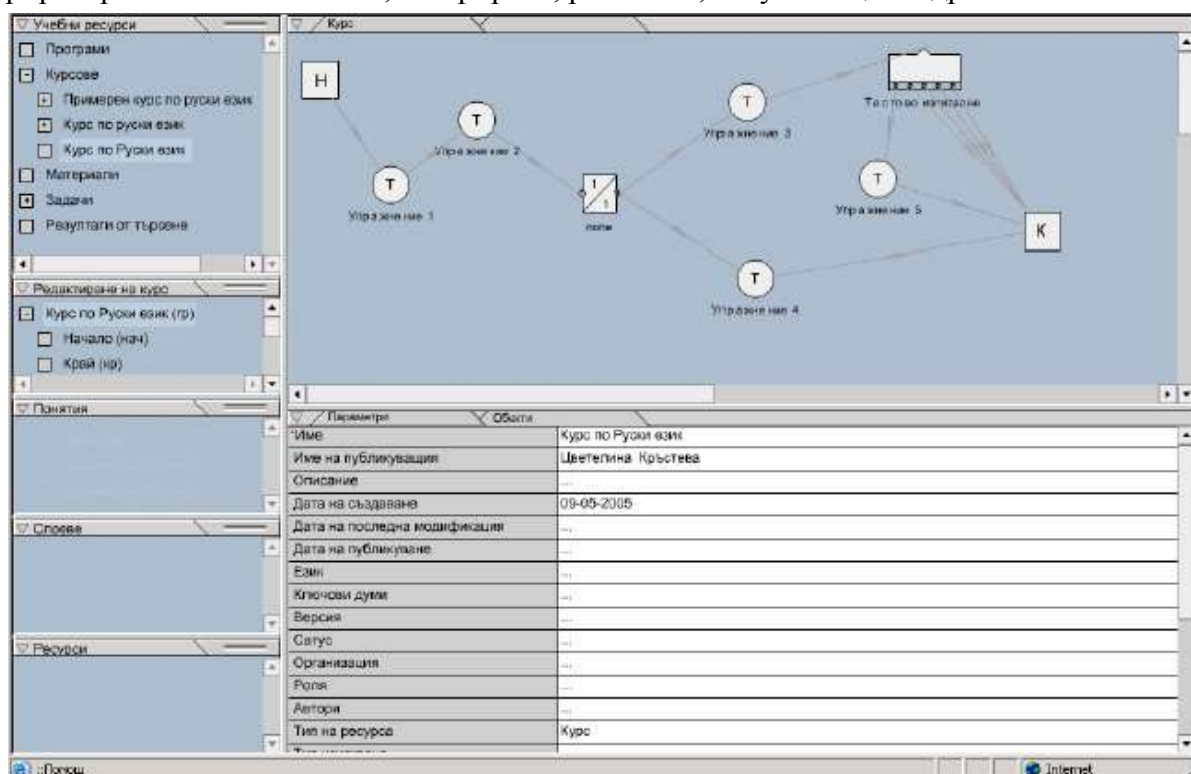
- определяне на *ПО*, към която се отнася ТЕ, като е възможно една ТЕ да се отнася едновременно към няколко предметни области;
- избор на *видими ресурси* от наличните в БД;
- определяне на *стойността и мярката* за всеки от избраните ресурси, като това може да се направи и при съставянето на ТЕ;
- за ТЕ с избор на отговора от дадено множество, трябва да се определи какъв е *броят на алтернативните отговори* (брой редове);
- за ТЕ от тип редактиране на таблица, авторът трябва да определи *броя на редовете и колоните* на таблицата;
- определяне на видимите *слове* за ТЕ.

Съставянето на ТЕ преминава през няколко стъпки:

- въвеждане на *име*, което служи като ИдН на тестовата ТЕ при редактиране и търсене в БД;
- въвеждане на *контекст*:
  - *предусловие* – за всеки тип в интегрираната БД се съхранява списък от готови предусловия, които авторът може да използва при желание, но му се предоставя и възможност да въвежда и собствени;
  - *основа* – задължителен елемент, който описва какво е точното условие и какво се изисква от обучавания;
  - *алтернатива* – в зависимост от типа на ТЕ единствената част която е различна за всяка ТЕ е алтернативата (полетата за въвеждане на потенциалните отговори). В зависимост от настройките и за еднакви типове тези полета могат да бъдат различен брой. Напр. при типа множествен избор на текстове алтернативата представлява  $n$  (най-много 10) полета за попълване и възможност за избор на едно от тях, докато при ТЕ със свободен отговор алтернативата представлява едно единствено поле в което се попълва верният отговор от автора на ТЕ.
- въвеждане на *характеристиките на ТЕ* – предметна област, понятия и ресурси, описани със списъка {<ресурс, стойност на ресурс>};
  - избор на *понятия* от настроените ПО. При създаването на ТЕ за всяка от ПО се предоставят всички налични понятия в БД и авторът може да избира от тях, или да въвежда нови (при желание), като при отказ от използване на някои от понятията може да ги изтрие;
  - определяне на *стойностите и мерките* на избраните в настройките видими ресурси;
- потвърждение за запис на ТЕ в БД.

*PeU 2.0* притежава характеристики, които я отличават от други CeO: представяне на учебен курс (на базата на понятия и връзки между тях), описание на УМ(чрез различни характеристики), поддръжка на различни видове тестови структури и др.

В основата на тестовата система е моделът на ТВ, ТЕ и процеса на обучение и интегрираната БД, която поддържа информация за обектите и субектите в системата. С тези модели могат да се извършват различни операции, като разработване на адаптивни, неадаптивни, статични, случайно-генерирани и времеви тестове. Предоставени са средства за създаване, преглед, оценяване и провеждане на тест, чрез визуално редактиране на граф (Фигура 3.2.). В същото време в зависимост от различни събития (оценяване, ОВ, адаптивност и т.н) тези модели могат да се интерпретират и като изпитване, генериране, решаване, визуализация и др.



Фигура 3.2. Съставяне на адаптивен тест

### 3.2.3.1 Използвани средства

За разработване на средата се използва технологията LAMP, като се използват следните версии – скриптов език PHP 4.3.10, база данни MySQL 4.1 и сървър Apache 2.0. Реализацията е базирана на трислойната архитектура, като ролята на сървър се изпълнява от Apache, който следи за заявки през HTTP протокола от потребителя. Тези заявки се обработват и изпращат в коректен вид към приложния слой, реализиран на скриптов език PHP. Приложният слой трансформира заявките до SQL, команди, които от своя страна се изпращат към БД. Получените резултати се връщат в обратен ред – БД връща избраните данни към приложния слой, той от своя страна ги обработва, след което слой за визуализация, чрез сървъра доставя тези данни и те се визуализират при потребителя.

### 3.2.3.2 Физически модел на базата данни

*MySQL* е многопоточна, многопотребителска, SQL система за управление на бази данни (СУБД), с отворен код, с повече от десет милиона инсталации. MySQL е популярна за интернет приложения и представлява компонента за базата данни в LAMP, MAMP и WAMP платформи (Linux/Mac/Windows – Apache – MySQL-PHP/Perl/Python). За администриране на MySQL може да се използва включеното приложение, работещо от командния ред (командите: `mysql` и `mysqladmin`). Също достъпни за сваляне от интернет сайта на MySQL са GUI приложения за

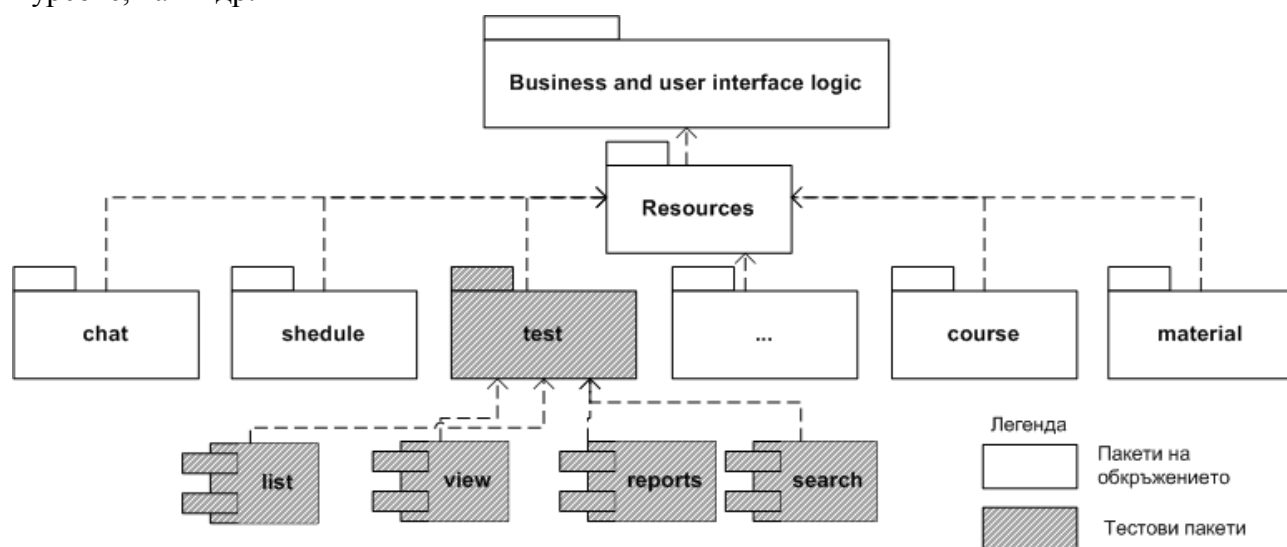
администриране: MySQL Administrator и MySQL QueryBrowser. MySQL е стабилна и лесна за употреба и е избрана като помощна БД за системата.

Физическите характеристики на субектите и процесите на CeO PeU са представени със съответните атрибути в реляционни схеми на БД (структурата на БД (17 таблици) осигурява възможност за съхранение и преносимост на данните от ТЕ).

Пълно описание съпроводено от схематично представяне на структурата на БД може да се види в текста на дисертацията.

### 3.2.3.3 Модели, класове и обекти на приложението

Архитектурата на приложението е изградена от няколко пакета. Всеки пакет реализира определена функционалност на системата. В главния пакет са реализирани всички основни функции, отнасящи се до потребителския интерфейс и основните елементи на обкръжението (Фигура 3.4.). Подробно ще се спрем на *пакета Resources* (ресурси), при който се реализират всички учебни елементи – ТЕ, УМ, тестове, потребители, оценяване, импорт/експорт на ТЕ, УМ и курсове, чат и др.



Фигура 3.2. Пакетна структура на приложението

*Пакетът Test* поддържа методите за работа с тестове и ТЕ – търсене, създаване, включване на ТЕ в тест, оценяване, импортиране/експортиране в различни стандарти (SCORM, IMS)от и във външни CeO, редактиране, преглед, справки и т.н.

Реализацията на тестовата подсистема е описана в модули *CTests.php*, *CToursMarks.php*, *CMarking.php*, *CImportTests.php*, *CExportTests.php*, като в него са реализирани методи и процедури извършващи записа на 37 типа ТЕ в БД, тяхната визуализация и редактиране.

Всеки тип ТЕ се представя, чрез набор от характеристики: ПО, понятия към предметната област, слоеве и ресурси (стойност и мярка за всеки ресурс).

Програмният модел на една ТЕ се състои от полета за всяка една от характеристиките, както и за отделните елементи за ТЕ: име, предусловие, условие и набор от отговори (верни и потенциални). За всеки тип ТЕ са определени методи за визуализация, запис, редактиране, преглед, оценяване и запис на въведения от обучавания отговор.

Елементите и характеристиките на всяка ТЕ се съхраняват в БД на системата. Компютърната реализация на всеки тип ТЕ изисква съответни функции за *въвеждане* в БД; *визуализация* (за преглед или по време на редактиране); *редактиране*; *съхраняване на отговорите* на обучавания, и *оценяване*.



В рамките на изследването са разработени 37 типа ТЕ. След съставянето на новата класификация, сравнима с класификацията на Рютер и стандарта IMS, допълнително се наложи разработка на още типове: *Поддръждане на изображения, Множествен избор от изображения, Истина или лъжа, Множествен отговор от изображения, Поддръждане по смисъл след множествен отговор, Ребусовица, Условие от файл и текстов отговор, Условие от файл и отговор във файл, Група от въпроси по една тема, Динамична ТЕ, Истина или лъжа с пояснение и Поддръждане на таблица.*

Реализацията на всеки тип ТЕ се основава на базов клас **CTests**. Той наследява базовият клас на системата за ресурси **CSimpleResource**. Класът се състои от конструктор за начална инициализация на полетата **function CTests**.

В базовия клас **CTests** са дефинирани редица методи за реализацията на ТЕ (подробно описани в дисертацията). Основен е методът за обработка на събития. Действието на всеки бутон се обработва чрез отделните събития (**action**) на този метод.

### 3.2.4 Експерименти

В системата са разработени около 400 ТЕ от различни ПО. Създадените курсове, УМ и тестове могат да бъдат използвани за прилагане и експериментиране на различни методики и алгоритми на тестване и преподаване, както за конвенционално така и за е-обучение. Предложената графова структура, чрез която се представя курсът и тестът, позволява лесното и бързо прилагане на тези методики. Широкото многообразие на типове (37 на брой) спомага и за разработването на съдържание за различни ПО и различни категории обучавани.

Проведени са експерименти с над 200 обучаеми от различни курсове (I, II и IV) и специалности (МИО, Педагогика, Информатика и др.), като са създадени курсове по Алгоритми и структури за програмиране, Програмиране на TurboPascal, Базис от данни, Обучение по руски език, Обучение по френски език, и др. Проведени и оценени са над 80 теста с различни групи обучавани, като са получени следните резултати: 19 от тестовете не са завършени до край, поради което не са оценени; 16 са оценени като слаби; 10 са оценени със среден; 9 са оценени с добър; 13 много добър, а 17 са получили отлични оценки.

### 3.2.5 Заключение

Реализираният прототип PeU 2.0 предлага моделиране, конструиране и разработка на адаптивни тестове. Системата позволява лесно модифициране и разширение на функционалността на базата на използваните технологии. Също така дава възможност да се използват множество съществуващи методи от обществата, поддържащи концепцията за „*отворен код*”.

Тестовата система на PeU 2.0 [Totkov'05] се състои от 9 основни вида тестови ТЕ (37 разновидности), от които 6 са с отговор, избран от дадено множество (структуриран отговор), 2 са със свободен (закрит) отговор, а 1 е със смесен отговор. Всяка ТЕ се характеризира с име, контекст (предусловие, основа, алтернатива), предметна област към която се отнася, множество от ресурси (напр. оценка, време, трудност и др.). При реализация се разделят на 37 разновидности в зависимост от типа на данните на условието, като съответно 13 са с избор на отговора от дадено множество, 7 – със свободен отговор и 1 – със смесен отговор. 6 от основните типове (13 разновидности) се оценяват автоматично, 1 тип (2 разновидности) от преподавателя и при 3 типа за всяка конкретна ТЕ се определя дали да се оценява автоматично или от преподавателя (6 разновидности). Например, при ТЕ със смесен отговор, как ще бъде оценявана, зависи от типовете на подзадачите, от които е съставена.

## 3.3 Акумулативна система BEST

По-горе разгледахме подход за реализация на адаптивна тестова система ‘от нула’. Тук се разглежда друг подход – интегриране на адаптивна и акумулативна тестова система в същест-

вуваща и утвърдена CeO (*Moodle*). При този подход реализацията трябва да се съобразява с изисквания наложени от използваната средата.

В раздела се представя система *BEST* (**B**ulgarian **E**ducational **S**ite), реализирана на базата на система с отворен код Moodle. Целта на разработката е да се покаже – как на базата на популярна CeO, да се реализира акумулативна тестова система, като по този начин се разшири типологията на вградените ТЕ. Изборът на Moodle за базова CeO се заключава в следните обстоятелства:

- Moodle е свободна за използване, разпространение, развитие и моделиране;
- системата е модулна и съответно – лесна за модифициране;
- предлага удобен интерфейс за преподаватели и обучавани;
- разпространена е широко (версии на повече от 70 езика, вкл. български), и др.

Необходимостта от разширение на Moodle следва от това, че системата е сравнително ограничена откъм типове ТЕ, а интегрирането на различни методики за тестване, както и провеждането на адаптивно тестване на практика е невъзможно. Средата не предлага и никакви средства за автоматично генериране на ТЕ и тестове. За сметка на това, Moodle е с отворен код и широк кръг ползватели и разработчици, което я прави доста популярна и използвана.

### 3.3.1 Анализ

При разработването на модул за тестване е необходимо да се:

- избере среда, в която да се интегрира модула;
- провери дали избраната среда, която се доразработва, лесно да се правят промени и разширения;
- състави ясна спецификация на необходимите промени;
- придържа към стила и методиката на програмиране в конкретната среда и използване на общи модули и методи на средата с цел ОС при следващи версии;
- определи, какви промени са необходими за интегрирането на ‘акумулативен’ тестови модул.

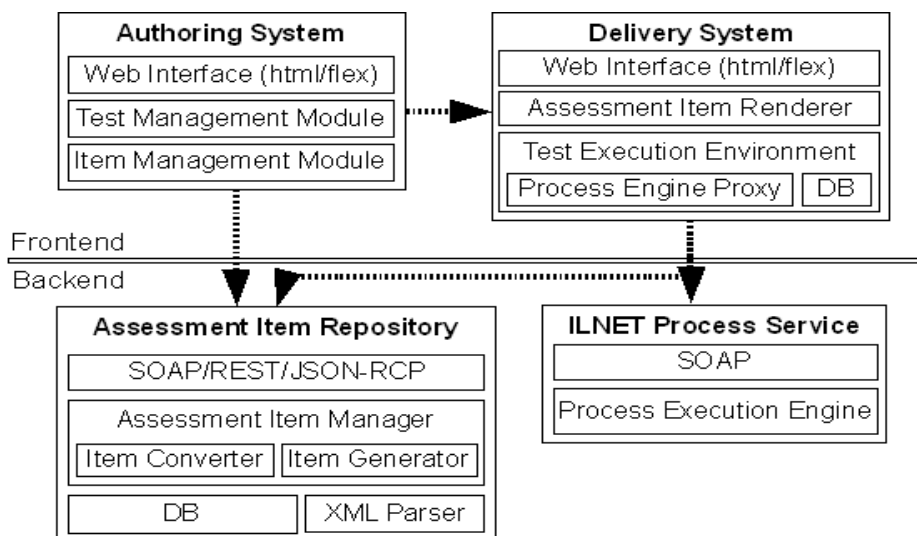
За да се разшири Moodle са необходими промени в тестовите модули, както и в модулите за провеждане на курс, в които са необходими за обогатяване на възможностите за тестване на средата, която разполага с ограничени възможности за провеждането и конструирането на тестове. Тестовите са представлявали линейна структура от ТЕ, които са сравнително ограничени на брой.

Интегрирането на възможности за ‘акумулативно’ тестване, както и тестване за измерване на конкретни равнища на знанието според таксономията на Блум, допринася за възможностите за провеждане на адаптивни и качествени тестове.

### 3.3.2 Проектиране

BEST се състои от 4 (*четири*) *подсистеми* за: създаване на ТЕ и ТВ, доставяне и визуализиране на тестови задания, управление на хранилище за ТЕ и сервиз за изпълнение и управление на тестови процеси. Първите две подсистеми обслужват клиентската част (за потребители – обучавачи и обучавани), а останалите (изцяло сервизно ориентирани) - сървърната част. Фигура 3.3. представя детайли от системната архитектура. Комуникацията между модулите се осъществява с помощта на протокола SOAP [SOAP], с което се осигурява платформена независимост и преносимост.

Подсистемата за *създаване на тестове* се състои от два модула: Мениджър на тестови въпроси (за добавяне, редактиране, натрупване и изтриване на въпроси и акумулирани отговори) и Мениджър на тестове (за моделиране и съхраняване на процеси на оценяване под формата на работни потоци).



**Фигура 3.3. Системна архитектура на BEST**

Както бе описано в Глава 2., акумулирането е процес на тестване, при който се генерират нови ТЕ от различен тип, на базата на натрупан предходен опит от решаване на същата ТЕ от обучавани.

Процеса на ‘акумулиране’ протича през няколко стъпки: създаване на АТЕ от автор/преподавател, след което ТЕ се включва в тест. Тестът преминава през различни обучавани и резултатите се натрупват в БД. За конкретна ТЕ се следят даваните отговори и отново се генерира тест, който вече може да съдържа ТЕ от други типове. Така конструираният тест може да се предложи за повторно решаване от обучавани на друга група или курс, или на същите обучавани (сравнение на резултатите).

В БД се поддържат множество данни, обслужващи процеса на акумулирането. За всяка конкретна ТЕ, включена в ТВ се поддържа множество на давани отговори. Това множество е само с уникални отговори, като за дубликатите се поддържа статистика. Даваните отговори могат да бъдат придружени от автоматично генерирана оценка, ако типа ТЕ го позволява. Поддържа се и отделна БД с т.нар. ‘излишни’ отговори, които преподавателя е маркирал като отговори, неподлежащи на акумулиране и събиране. Това са отговори, неподходящи за конкретната ТЕ (отговори, които не са подходящи дистрактори, отговори, и т.н.).

За да се стартира тестване, първо трябва да се зареди самият тест от БД. Ако тестът е зареден и инициализиран с всички необходими данни, тестването може да започне. След това се зарежда ТЕ, решава се и се преминава в състояние ‘оценяване’. Оценяването може да е автоматично, ако ТЕ позволява, или ръчно – от преподавател. В случая на автоматично оценяване се прилагат съответните алгоритми за оценяване и се проверява – дали има още ТЕ в теста; ако няма, тестът приключва, иначе се преминава към следваща ТЕ. Ако обаче оценяването не може да стане автоматично, то обучаваният не може да премине към следваща ТЕ, преди да се е намесил преподавател, който да оцени ТЕ. След оценяване, работата на преподавателя приключва, но не и на системата. Независимо дали е оценена автоматично или от преподавател, системата прилага и множество методи върху ТЕ. Отговорът, даден на конкретна ТЕ се квалифицира като годен или не, на база на съхранени правила в БД, които преподавателят задава за конкретната ТЕ. След като се определи по този начин отговорът се пази в конкретна таблица на БД. На база на натрупаните данни за ТЕ е възможно и генериране на нова ТЕ от друг тип, която може да се включи в различни ТВ.

За създаването на конкретен акумулиращ тип ТЕ в системата се преминава през 3 (три) основни стъпки:

- създава се **ТЕ от тип 'АСО'**, като се създава обикновена ТЕ от тип 'есе' или 'кратък свободен отговор';
- създадената **ТЕ се включва в ТВ**, който се предлага за решаване на обучаваните;
- след преминаване на обучение и натрупване отговори на обучаваните в БД, на преподавателя се предлага множество от отговори заедно с броя обучавани дали всеки конкретен отговор и автоматична оценка (ако е възможно). Полученото множество може да се използва за съставяне на нови ТЕ от други типове.

### 3.3.3 Реализация

Експерименти, свързани с изложената идея са реализирани в системата за е-обучение BEST. Разработени са средства за реализация на акумулативно тестване, както и тестване по ТЕ, следващи равнищата на Блум. Разработени са множество нови типове ТЕ, включващи АТЕ.

При съставянето на тест, първо трябва да се съставят ТЕ или да се изберат вече готови ТЕ от банката с ТЕ. При въвеждане на ТЕ, независимо от нейния тип, формите за попълване са сравнително еднакви, като се различават обикновено само в тялото на отговора. Преди да се състави една ТЕ, първо трябва да се избере тип за съставяне от множеството на налични типове.

Авторът може да избере и да редактира наличните ТЕ в банката с ТЕ и да избира елементи от тази банка, който да включи в теста.

Стандартно за всеки тип ТЕ трябва да се въведат: категория, към която принадлежи; име на ТЕ, което идентифицира ТЕ в банката с ТЕ; текст на въпроса; има ли пояснително изображение към ТЕ; брой наказателни точки за грешен отговор; множество на отговорите, което може да е празно или да се състои от един елемент. Мощността на множеството на отговорите се определя в зависимост от типа на ТЕ.

Основната идея за съставяне на АТЕ е свързана с генериране на нови ТЕ, използващи отговори на обучавани, получени при провеждане на съответния е-курс. Генерирането на конкретни ТЕ на базата на АТЕ е итеративен процес, състоящ се от три стъпки.

**Стъпка 1.** ТЕ от тип 'акумулиращ отворен въпрос' се съставя от преподавателя и се включва в тест за оценяване на даден е-курс (Фигура 3.4.)



Фигура 3.4. Съставяне на акумулиращ отворен въпрос

**Стъпка 2.** Тестът се предлага на обучаваните в рамките на провеждан е-курс. Всеки получен (различен) отговор се съхранява в БД, заедно с броя на отговорилите по същия начин и съ-

ответната оценка (получена автоматично или дадена от преподавател). В последния случай коректността на оценката се контролира.

*Стъпка 3.* По всяко време, във (или извън) рамките на провежданото обучение, преподавателят има възможност да редактира множеството на получените отговори и съпровождащите ги характеристики, да отстранява абсурдни или нелепи отговори, да сортира отговори по различни критерии (в зависимост от брой или оценка), да използва множеството от отговори, за да генерира нови типове ТЕ (от съответната подкатегория), и т.н.

След обучение, ако преподавателят е решил да генерира нов тип ТЕ (на базата на АТЕ), е необходимо да редактира множеството на акумулираните отговори и да избере типа на ТЕ за генериране.

### 3.3.3.1 Използвани средства

Реализацията е на основата на съществуваща среда (Moodle), поради което средствата следват изискванията на самата среда, а именно – LAMP технология за разработка на приложенията и MySQL за проектиране и реализация на БД. Системата е изградена на база на трислойната архитектура. Всяка функционалност се реализира в отделен модул. Това позволява лесно разширение и доразработване на съществуващите модули. Системата разполага със стандартни модули, като има и множество допълнителни. Това води и до многообразие от функционалности, приставки и разширения на системата, както и нейната популярност. Средата е с ‘отворен код’, което позволява промяна и използване според конкретните нужди на дадена организация.

### 3.3.3.2 Физически модел на базата данни

За реализация на БД се ползва MySQL. Базата данни на BEST се състои от 160 таблици (56 се ползват от тестовия модул, а 27 са нови).

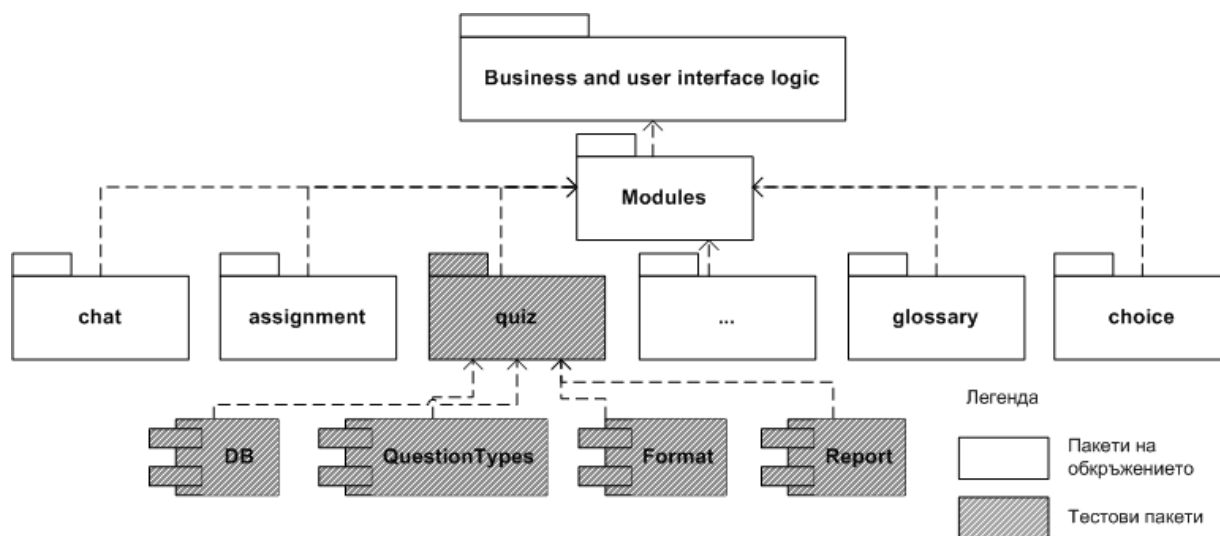
ТЕ се описва с набор характеристики, отговори, понятия, слоеве и ПО към която принадлежи, направени опити, акумулирани отговори, равнище на трудност (за въпроси измерващи равнищата на знания по Блум), версия, категория и състояния. Всеки елемент е реализиран в отделна таблица.

БД е конструирана така, че характеристиките за всеки отделен тип ТЕ се съхраняват в отделна таблица. Има обща таблица **quiz**, в която се съхраняват всички тестове (т.е. всички таблици, които се използват за тестването, имат външен ключ към таблица **quiz**). Пълна схема на БД, заедно с връзките между отделните таблици, е дадена в текста на дисертацията.

### 3.3.3.3 Модели, класове и обекти на приложението

Система Moodle е разработена на модулен принцип. Основните модули са за идентификация; обслужване на потребителите; задаване на теми на интерфейса; курс; администратор; автор; преподавател; обучаван, и т.н. От интерес е модулът за тестове разработка на дисертационното изследване. Модулът е подмодул на модула **Mod** и е изобразен със сиво цвят на Фигура 3.5. Модул **quiz** е съставен от класове за: реализация на отделните типове ТЕ; необходимите за всеки тип заявки към БД – **DB**; изготвянето на статистики (**Report**модул) и **Format**, (за импортирането или експортирането на елементите в различни стандарти или системи – AIKEN, AON, Blackboard, CourseTestManager, ExamView, Gift, HotPot, Learnwise, MissingWord, Multianswer, IMSQT12, WebCT, XHTML и HTML). Средата предоставя пренос на УМ в голям брой различни системи и стандарти.

В подпакета **questiontypes** се описват всички пакети за типовете ТЕ. Пакетът **quiz** се състои от множество класове, обекти и функции за обработка и работа на един тест – **Attempt**, **Category**, **Edit**, **Editlib**, **Export**, **Format**, **Import**, **Lib**, **Pagelib**, **Preview**, **Question**, **QuizFile**, **Report**, **Restor**, **Review**, **View**, **ReviewQuestion**, **Subject**, **Version**.



**Фигура 3.5. Paketна структура на приложението**

Повечето от класовете са стандартни за Moodle и не се променят при интеграцията на АТЕ и акумулативното тестване.

Промени са извършени в пакета *questiontype*, където са добавени 14 (четирнадесет) нови типа и в пакети *Attempt*, *Category*, *Edit*, *Editlib*, *Export*, *Format*, *Import*, *Lib*, *Preview*, *Question* (добавяне на новите типове като константи; промени в извиквания на обекти и методи; оценяване и събиране на отговори на обучавани). Добавените пакети в *questiontype* имат сходна структура с пакетите на Moodle – всеки тип представлява пакет, който носи името на типа и се състои от 4 файла, на които е наложено изискване да се именуват както следва: *type\_name.html* (за реализация на интерфейса на типа – само той е с различно име за всеки отделен тип), *questiontype.php*, *editquestion.php* и *icon.gif* (тези 3 файла винаги са с тези имена за всички типове).

Класът за една ТЕ се състои от 1 (едно) поле и 11 (единадесет) метода. В зависимост от нуждите не всеки тип, тези методи се реализират по различен начин или се оставят празни (напр. не всеки тип използва методите за оценяване – реализират се само за типове, които се оценяват автоматично; не всеки тип използва методите за запис и редактиране на опциите, има тип без тяло, напр. ‘описание’).

Единственото поле на класа за ТЕ е името на типа.

Методите са предназначени за манипулация с този тип, като запамяване, редактиране, оценяване, създаване, ‘връщане’ на опции и др.

На базата на създадените АТЕ и АТЕ по Блум, плюс интеграцията на подходящи алгоритми е възможно и автоматичното генериране на адаптивни ТВ.

Представен е примерен алгоритъм за провеждане на акумулативен и адаптивен тест за оценяване на различни равнища на знанието по таксономията на Блум. Алгоритъмът предлага за решаване не повече от 30 ТЕ и преминава през следните стъпки:

**Стъпка 1.** Селектира в масив всички ТЕ включени в ТВ, които не зависят от други ТЕ (тези ТЕ са от ‘нулево’ ниво).

**Стъпка 2.** Избор на начална ТЕ – ако в системата не е натрупана информация за модела на обучавания, на случаен принцип се подбира ТЕ от масив създаден в Стъпка 1. Избраната ТЕ трябва да отговаря на следните изисквания: принадлежи на ‘нулево’ ниво, измерва знания от първо равнище по таксономията на Блум (запаметяване) и е свързана с когнитивно умение ‘понятия’. Ако системата има изграден модел на обучавания, началното равнище на знание и началното когнитивно умение се избират на база на този модел.

**Стъпка 3.** Определят се текущите равнища по Блум и когнитивно умение, които трябва да се оценяват.

**Стъпка 4.** ТЕ се предлага за решаване на обучавания.

**Стъпка 5.** ТЕ участва в тестване и се оценява от преподавателя (или автоматично от системата – ако е възможно).

**Стъпка 6.** ‘Нулиране’ на всички ТЕ, които имат решената ТЕ за ‘родител’. Тези ТЕ могат да се дават като следващи ТЕ в ТВ.

**Стъпка 7.** Проверява се – дали обучаваният е приключил тестването по текущото равнище (всички 4 (четири) ТЕ за различни когнитивни умения, трябва да са получили коректни отговори). Ако е преминало успешно се преминава към по-горно равнище, ако не се продължава с ТЕ от същото равнище по Блум.

**Стъпка 8.** Тестът приключва, ако всички 6 (шест) равнища по Блум и когнитивни умения са преодолени, или ако поне 30 (тридесет) ТЕ са получили отговор. В противен случай се връщаме отново на Стъпка 2.

**Стъпка 9.** Обновяване на модела на обучавания след оценяване от теста.

Във всеки един момент може да има повече от един въпрос на ‘нулево’ ниво за дадено равнище на знание, тогава ТЕ се подбира на случаен принцип. Тук може да се приложат и правила за избор на ТЕ от ‘нулево’ ниво на базата на предварително зададени критерии – отговорът на тази ТЕ ще ‘нулира’ най-много (или най-малко) ТЕ, отговорът на ТЕ ще ‘нулира’ ТЕ от следващо равнище, като това условие може да се ползва и като условие за край. В текущият алгоритъм като условие за край се използва решаване на определен брой ТЕ, предварително зададени от преподавателя или достигане на най-високо равнище на знание. Могат да се разгледат и други случаи, при които условието за край се определя на базата на достигнат брой точки или оценка, достигане до определено равнище на знание, нулиране на определен брой ТЕ, или достигане до точно определена ТЕ и др.

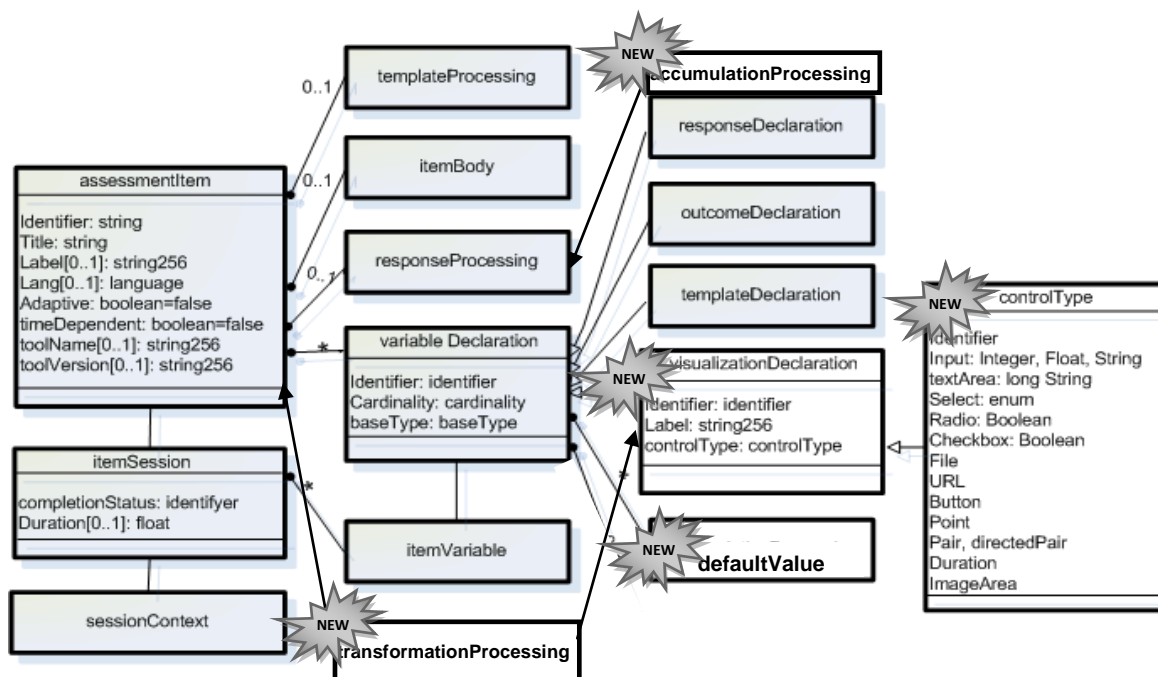
SteO се отличават с изключително разнообразие по отношение на характеристики и области на действие, и приложение. Стандартите, засягащи преносимостта на учебни ресурси, могат да бъдат разграничени като стандарти за *описание на метаданни*, стандарти за *описание на представянето на ТЕ*, стандарти за *пакетиране на учебни ресурси* и стандарти за *навигация на учебни курсове*.

Най-широко приетите IMS-спецификации са IMS QTI (Question and Test Interchange), IMS Metadata и IMS Content Packaging.

**IMS QTI** представя структурата на учебните тестове [IMS QTI] и описва *представянето на въпроси и тестове, оценяване на получените отговори, осъществяване на ОБ* с потребителите и *връщане на резултатите* в единна среда за виртуално обучение.

Стандартът IMS QTI не поддържа схема за пакетиране на АТЕ и АТЕ по Блум, поради което се налага неговото разширение.

Фигура 3.6. показва структурата на една *assessmentItem*, както и състоянието на обекта по време на тестване. Със сиво са маркирани елементите от спецификацията IMS. С бели блокове са маркирани новите елементи, които се използват в разширението на IMS спецификацията с цел да се покрие акумулиращата функционалност. Както се вижда от Фигура 5.3 всяка единица има множество полета *:identifier, title, label, language, adaptive, timeDependent* и др.; множество инстанции на обекти като *templateprocessing, itemBody, responseProcessing, variableDeclarations* и др. подробно специфицирани в [IMSQTI 2.0].



Легенда: сиво – обекти на IMS бяло – нови обекти за ‘акмулирането’

Фигура 3.6. Разширен тестов елемент според стандарта IMS

### 3.3.4 Експерименти

Предложената адаптивна СеТ е експериментирана при провеждане на обучение на университетски преподаватели „Работа с конкретни среди за е-Обучение”, по проект „Повишаване квалификацията на преподавателите във висшите училища”, Европейски социален фонд, Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” 2007 – 2013 г.. Преподавателите създадоха 18 курса в различни ПО. Проведени бяха и експерименти със студенти (повече от 80), на които са предложени различни акумулативни тестове. Тестовите са предложени на студенти от първи курс в специалности „Информатика”, „Био-информатика” и „Математика и информатика”. На всеки студент се предлагат за решаване 4 (четири) теста съдържащи по 5 (пет) ТЕ. ТЕ за всеки обучаван се избират случайно измежду въпроси по дадената тема. Всеки тест може да се решава само по един път, като се отчита и времето за решаване.

За курса по „Основи на компютърната информатика” (воден във ФМИ при ПУ) са създадени 4 теста от първите 4 теми (Алгоритми, Бройни системи, Предаване и кодиране на съобщения и Логически функции). Голяма част то въпросите измерват знания на най-ниско равнище ‘запаметяване’. За тема „Бройни системи” са създадени 15 ТЕ, за „Алгоритми” – 22 ТЕ, за „Логически функции” – 12 ТЕ и за тема „Предаване и кодиране на съобщения” – 23 ТЕ.

### 3.3.5 Заключение

Раздел 3.3. подробно разглежда използваните средства за реализация на акумулативно тестване и тестване по Блум. Предложена е архитектура на модул за тестване, подходящ за интегриране в популярна СеО. Разгледани са основни детайли, свързани с реализацията на прототипа BEST на базата на система Moodle. BEST е изградена от 4 (четири) подсистеми за създаване на ТЕ и ТВ, доставяне и визуализация на ТВ, поддържане на хранилище на ТЕ и сервис за изпълнение и управление на тестови процеси. Проектиран и реализиран е модул за АТЕ, като е предложена методика за провеждане на тест, измерващ знания от различните равнища по Блум и различни когнитивни умения. В системата са създадени средства за проектиране, създаване и използване на 14 (четирнадесет) нови типа ТЕ (вкл. САТ) спрямо стандартните типове ТЕ поддържани от Moodle, част от които обслужват акумулативния процес. Структурата на БД на Moodle е допълнена с още 27 таблици, необходими за съхранение на данни за новите типове



ТЕ, акумулирането и тестването по Блум. Разширена е и пакетната структура на системата, като са допълнени и променени пакетите за работа с ТЕ и ТВ. Предложен е примерен алгоритъм за провеждане на адаптивни и акумулативни тестове в BEST съдържащи определен брой ТЕ и измерващи знания от различните равнища на когнитивни умения спрямо ревизираната таксономия на Блум. В средата са проведени експерименти и описани получените резултати.

## Заклучение

**Основните приноси**, постигнати при научното изследване, представено в дисертационния труд, са в областта на моделирането и провеждането на електронни тестове.

**Научните приноси** могат да се обобщят в следните точки, които представляват резултати, постигнати при решаване на формулирани в дисертационния труд задачи:

1. На основата на **проведени проучвания в областта на общата теория на теста и съществуващите СеО и поддържаните от тях СтеО**, е уточнен моделът на СеТ (с възможности за адаптивно и акумулативно тестване) – глава 1;

2. Създаден е **математически модел на понятията ТЕ и ТВ** (подходящи за компютърно представяне) и формално са определени редица характеристики на ТЕ – разд. 2.1.

3. На базата на предложения математически модел на ТЕ е **създадена и класификация на ТЕ**, подходяща за компютърна реализация (базирана на формата на отговора), съпроводена от конкретни примери към всеки тип – разд. 2.1.

4. Създаден е **модел и формално е описано понятието АТЕ**, чрез който тестовите банки могат да се калиброват динамично, да се генерират нови ТЕ от друг тип или да се адаптират ТВ спрямо конкретни нужди на обучаваните – разд. 2.2.

5. На базата на описаните АТЕ и представената класификацията на ТЕ се предлага **нова класификация подходяща за АТЕ и базирана на стандарта IMS** – разд. 2.2.

6. Предложена е графова структура съставена от възли с различна семантика, подходяща за проектиране и реализиране на адаптивни и динамични тестове, чрез елемента **Контролна точка** – разд. 2.4.

**Научно-приложните приноси**, получени в изследването са, както следва:

1. Разработена е **методика за провеждане на адаптивно тестване, измерваща по-сложни знания** (ползваща предложената АТЕ и ревизираната таксономия на Блум) – разд. 2.3.

2. Развита е специална методика за проектиране на **адаптивно тестване – конструиране на ‘разклонени’ ТВ** (базирани на графови структури, с поддържане на възли с различна семантика) – разд. 2.4.

3. Предложена е **методика за изграждане на СеТ ‘от нулата’ и ‘над съществуваща СеО’** – разд. 3.1.

4. Разработени са **модели на функционалността на потребителските роли** в авторска СеО – **администратор, автор, преподавател и обучаван**, заедно с описание на възможните пред и пост-условия, отнасящи се за всяка конкретна роля – разд. 3.2.2.

5. Създадена е **архитектура на тестов модул, интегриран ‘над съществуваща СеО’** (Moodle), състоящ се от 4 (четири) модула – създаване на ТЕ и ТВ, доставяне и визуализиране на ТЕ, управление на хранилище на ТЕ и сервиз за изпълнение и управление на процес на тестване – разд. 3.3.1.

6. Предложен е **модел на БД на авторска тестова система**, поддържаща ‘разклонени’ процеси на е-обучение (изграждане на адаптивни ТВ и курсове под формата на графови структури) – разд. 3.2.2.

7. Дадено е **формално описание на процеса на ‘акумулиране’**, заедно с участващите обекти и процеси в него, като са разработени модели и средства необходими за конкретна компютърна реализация на тази функционалност – разд. 3.3.2.

**Приложни приноси**, на проведеното изследване са:

1. В областта на електронното тестване са предложени и успешно експериментирани **методи за проектиране, разработка и провеждане на адаптивно тестване** в среда PeU (реализирани 37 типа ТЕ) – разд. 3.2.3 и 3.2.4.

2. Проведени са **експерименти с предложените модели за проектиране на тестов модул, поддържащ АТЕ** ‘над съществуваща CeO’ Moodle, като компютърно са реализирани част от типовете от класификацията на АТЕ в средата BEST (14 нови типа ТЕ, вкл. АТЕ и АТЕ по Блум) – разд. 3.3.3.3.

3. Създадени са средства за **провеждане на адаптивно тестване, измерващо равнища на знанието и когнитивни умения** от ревизираната таксономия на Блум, като е имплементиран конкретен алгоритъм за обхождане на КК от въпроси по Блум – разд. 3.3.3.3.

4. Проектирано и реализирано е **разширение на стандарта IMS**, с цел да се осигури преносимост на АТЕ и ТВ по Блум – разд. 3.3.3.3.

Предложеният общ подход за моделиране на електронно изпитване чрез адаптивни и акумулативни ТВ, класификация на АТЕ и проведените успешни експерименти, откриват **нови перспективи за изследване** в областта на създаване на адаптивни и акумулативни ТВ, а именно:

- реализацията на всички ТЕ от **класификацията за АТЕ**;
- управление на обучението в зависимост от достигнато равнище на знание (основано на **понятийния подход**) и **ресурсни ограничения**;
- **автоматично генериране на ТЕ** от учебни текстове и лексикални бази;
- автоматично изследване на **измерителните качества на ТЕ**, използвани в е-обучението (трудност, дистрактори, валидност, надеждност, и др.) и стандартизиране на база на акумулираните отговори;
- развитие и приложение на разработените методики и средства за **провеждане на адаптивни е-тестове** чрез задаване на различни настройки за теста (ТВ по Блум с избор на стратегия –равнища на знанието да се използват, кое равнище да е стартово, колко ТЕ да се включват от дадено равнище, кога се преминава към следващо равнище, какво е условието за край, и т.н.);
- провеждане на **експерименти за оценяване на качеството** на провежданото е-обучение и на създадените е-проекти за различни образователни институции, учебни програми и обучавани, и др. на база на акумулираните данни в системата и др.

## Научни трудове на докторантката, свързани с дисертацията

1. Totkov G., E. Somova, **M. Solokolova**, *Test Assesment in the e-Learning Environment*, в Сборник трудове на Научно-приложна конференция „Компютърни системи и информационни технологии“, Велико Търново, 3-4 октомври 2003, ISBN 954-775-289-82003, изд. „Фабер“, 2004, 192-198.
2. Totkov G., E. Somova, **M. Sokolova**, *Modelling of e-Learning Processes: an Approach Used in Plovdiv e-University*, Int. Conf. on Computer Systems and Technologies (e-learning), CompSysTech'04, 17-18 June 2004, Rouse, IV.12.1 – IV.12.6.
3. **Sokolova M.**, G. Totkov, *About Test Classification in e-Learning Environment*, CompSys'05, Varna, 16-17.6. 2005, II.21.1-II.1.6.
4. **Соколова М.**, *За електронния тест*, Научна конференция 2005 за млади научни работници и студенти, Пловдив, 12 март 2005 г., ISBN: 954-9449-01-7, 267 – 273.
5. **Соколова М.**, Г. Тотков, *За класификацията на електронните тестови въпроси*, Научна конференция 2007 за студенти, докторанти и млади научни работници, Пловдив, 24.3.2007, ISBN: 978-954-9449-12-6, 3-8.
6. **Sokolova M.**, G. Totkov, *Accumulative Question Types in e-Learning Environment*, ACM, International Conference Proceeding Series; Vol. 285, Int. Conf. on Computer Systems and Technologies, CompSysTech'07, 14-15 June 2007, Rouse, IV.21-1–IV.21-6.

7. **Sokolova M.**, G. Totkov, *Towards Accumulative e-Learning Systems*, in Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Balkan Conference in Informatics (K. Boyanov, R. Nikolov, I. Nikolova, M. Nisheva eds.), vol.1, Sept. 27-29, 2007, Sofia, Bulgaria, 513-522.
8. **Соколова М.**, Г. Тотков, *Акумулативни тестови въпроси в обучението*, Математика и математическо образование, 37-ма пролетна конференция на СМБ, Боровец, 2-6.4.2008, 396-402.
9. **Sokolova M.**, G. Totkov, *Extended IMS Specification for Accumulative Test System*, Int. Conf. on Computer Systems and Technologies, ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 374, Proc. of the 9th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing 2008, Gabrovo, Bulgaria, June 12-13, 2008, V.14-1 – V. 14-6.
10. **Соколова М.**, Г. Тотков, Е. Сомова, *Акумулиращи тестови системи*, 3-та Конференция с международно участие по е-обучение във висшето образование, 15-17 май 2009 г., Свищов, 210-227.
11. **Соколова М.**, Х. Инджов, Г. Тотков, *Автоматизирано генериране на тестови въпроси, оценяващи знания по таксономията на Блум*, 3-та Национална конференция „Образованието в информационното общество“, 27-28.5.2010 г., Пловдив, 117-124.
12. Indzhov H., **M. Sokolova**, G. Totkov, *A Software Frame for Modelling and Runtime Control of Adaptive Testing*, Int. Conf. on Computer Systems and Technologies, CompSysTech'10, 17-18 June 2010, Sofia, 370-375.
13. Тотков Г., **М. Райкова**, Глава 5. Моделиране на учебния тест, в „Е-обучението в информационното общество: технологии, модели, системи, достъпност и качество“, Университетско издателство „П. Хилендарски“, 2011.
14. Костадинова Х., Г. Тотков, **М. Райкова**, *Към автоматизирано генериране на тестове по Блум*, Сборник на 40-та пролетна конференция на СМБ, Боровец, 5-9 април 2011, 413-422.

### Списък на забелязани цитирания

1. Totkov G., E. Somova, **M. Sokolova**, *Modelling of e-Learning Processes: an Approach Used in Plovdiv e-University*, Int. Conf. on Computer Systems and Technologies (e-learning), CompSysTech'04, 17-18 June 2004, Rousse, IV.12.1 – IV.12.6.
  1. Тупаров Г., Д. Дурева, *Електронно обучение: технологии и модели*, ЮЗУ, Благоевград, 2006.
  2. Хоптериев Ю., *Модул за провеждане на упражнения и тестове в електронни курсове по информатика, разглеждащи операции с файлове и директории*, Втора национална конференция с международно участие по електронно обучение във висшето образование, 14-17 септември 2006, Китен, 106-108.
  3. Христов Цв., Докт. дисертация, Русе, 2008 г.
  4. Penev I.; A. Antonov; M. Mitev, *An Algorithm and Program for Management and Evaluation of Individual Distance Learning*, Conference proceedings of "eLearning and Software for Education" (Conference proceedings of "eLearning and Software for Education"), issue: 01 / 2010, pages: 261-266.
  5. Tuparova D., G. Tuparov, *e-Learning in Bulgaria – the State of the Art*, eLearning Papers, [www.elearningpapers.eu](http://www.elearningpapers.eu), N° 4 • 25 May 2007 • ISSN 1887-1542
2. **Sokolova M.**, G. Totkov, *About Test Classification in e-Learning Environment*, CompSysTech'05, Varna, 16-17.6. 2005, II.21.1-II.1.6.
  6. Balasundaram S.R. and B. Ramadoss, *SMS for Question-Answering in the m-Learning Scenario*, Journal of Computer Science, ISSN 1549-3636, Science Publications, 3 (2) 2007, 119-121.
  7. Idrissi M. K., F. Smawi, Y. Blqasmi, *Towards a Helping System for a Good Assesment in e-Learning*, International Conference on Engineering Education – ICEE 2007, Coimbra, Portugal, September 3 – 7, 2007
  8. *Cases on Challenges Facing Learning and National Development: Institutional Studies and*

- Practices*, in Vol.1 U. Demiray (ed.), [http://www.midasebook.com/dosyalar/volume\\_I.pdf](http://www.midasebook.com/dosyalar/volume_I.pdf), 2010.
3. **Sokolova M.**, G. Totkov, *Accumulative Question Types in e-Learning Environment*, ACM, International Conference Proceeding Series; Vol. 285, Int. Conf. on Computer Systems and Technologies, CompSysTech'07, 14-15 June 2007, Rouse, IV.21-1–IV.21-6.
  9. Hu W., T. Chen, Q. Shi, *Collaborative Web-Based E-learning Environment for Information Security Curriculum*, International Journal of Behavioral, Cognitive, Educational and Psychological Sciences, 2:1, 2010, 46-49.
  10. Janossy J., *Knowledge Transfer via Guided Active Review: Comparing Blackboard and Moodle*, Exploring an Untapped Resource for Improving Engagement, Interactive Technologies Conference 2009, Arlington, Virginia
  11. Demiray U., L. Vainio, M. C. Sahin, G. Kurubacak, P. T. Lounaskorpi, S. R. Rao, C. Machadocases, *On Challenges Facing e-Learning and National Development*, Institutional Studies and Practices, Anadolu University-2010, Eskisehir-Turkey.
  4. **Sokolova M.**, G. Totkov, *Extended IMS Specification for Accumulative Test System*, Int. Conf. on Computer Systems and Technologies, ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 374, Gabrovo, Bulgaria, June 12-13, 2008, V.14-1 – V. 14-6.
  12. Cases on Challenges Facing e-Learning and National Development: Institutional Studies and Practices, Vol. I. U. Demiray (Ed.), [http://www.midasebook.com/dosyalar/volume\\_I.pdf](http://www.midasebook.com/dosyalar/volume_I.pdf), 2010.
  13. Demiray U., L. Vainio, M. C. Sahin, G. Kurubacak, P. T. Lounaskorpi, S. R. Rao, C. Machadocases, *On Challenges Facing e-Learning and National Development*, Institutional Studies and Practices, Anadolu University-2010, Eskisehir-Turkey.
  14. Muhammad H. Zedan, Hesham A. Hassan, Samhaa R. El-Beltagy, Ahmed A. Raf, *A Model for Aligning Assessment Items*, Canadian Journal on Data, Information and Knowledge Engineering Vol. 2, No. 1, January 2011, 17-23.

## Литература

- [**Соколова и др.'05**] Соколова М., Г. Тотков, Р. Донева, *Организация и провеждане на тест в среда за електронно обучение PeU 2.0*, Съюз на математиците в България, Боровец, 2005 г.
- [**Соколова, Тотков'08**] Соколова М., Г. Тотков, *Акумулативни тестови въпроси в обучението*, СМБ, с. 396 – 403, Боровец 2008.
- [**Тотков и др.'04**] Тотков Г., М. Соколова, Р. Донева, *Организация и провеждане на тест в среда за електронно обучение PeU 2.0*, Сборник на 34-та пролетна конференция на СМБ, Боровец, 6-9 април 2005, 396-400.
- [**Anohina'07**] Anohina, A., D. Pozdnakovs, J. Grundspenkis, *Changing the Degree of Task Difficulty in Concept Map Based Assessment System*, Proceedings of the IADIS International Conference "e-Learning 2007", July 6-8, 2007, Lisbon, Portugal, pp. 443-450.
- [**Apache**] *Apache*, <http://www.apache.org>.
- [**Articulate Quizmaker**] *Articulate Quizmaker*, <http://www.articulate.com/products/quizmaker.php>.
- [**Barrett'04**] Barrett H., *Differentiating Electronic Portfolios and Online Assessment Management Systems*, In R. Ferdig et al. (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2004, pp. 46-50.
- [**Bloom'84**] Bloom B. S., *Taxonomy of Educational Objectives (1956)*, Published by Allyn and Bacon, Boston, MA. Copyright (c) 1984 by Pearson Education.
- [**Brusilovsky'02**] Brusilovsky P., M. T. Maybury. *From adaptive hypermedia to the adaptive web*. Communications of the ACM, vol. 45, no. 5 p.p. 30–33, 2002.
- [**Chen'08**] Chen S., R. Kuo, M. Chang, T. Liu, J. Heh, *Developing True/False Test Sheet Generating System with Diagnosing Basic Cognitive Ability*, In the Proceedings of the AACE 20th World Conf. on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Vienna, Austria, June 30-July 4, 2008, 5740-5748.

- [Conejo'04] Conejo R., Ed. Guzmán, E. Millán, M. Trella, J. L. Pérez-De-La-Cruz, A. Ríos, *SIETTE: A Web-Based Tool for Adaptive Testing*, International Journal of Artificial Intelligence in Education, 14 (2004) 1-33.
- [Dalton'03] Dalton E., *The "New Bloom's Taxonomy," Objectives, and Assessments*, December 3, 2003
- [DAMMCQs] *DAMMCQs: Appendix. C: MCQs and Bloom's Taxonomy*, <http://web.uct.ac.za/projects/cbe/mcqman/mcqappc.html#C2>.
- [Focal360] *Focal360, 360 Degree Feedback Survey System - 360 Evaluation and Assessment Software for Feedback Surveys* <http://www.custominsight.com/360-degree-feedback/>.
- [Georgiadou'06] Georgiadou E., E. Triantafillou, A. A. Economides. *Evaluation parameters for computer-adaptive testing*, British Journal of Educational Technology, Vol. 37, No 2, pp. 261-278, March 2006, available online at <http://www.conta.uom.gr/conta/publications/PDF/Evaluation%20parameters%20for%20computer-adaptive%20testing.pdf>.
- [Giourogrou'04] Giourogrou E., A. A. Economides, 2004 *State-of-the-Art and adaptive open-closed items in adaptive foreign language assessment*. Proceedings 4th Conference on Information and Communications Technologies in Education, Athens 2004 (pp. 747-756).
- [GRE] GRE, <http://www.ets.org/gre/>.
- [HTML] *W3C HTML Home Page*, [www.w3.org/MarkUp/](http://www.w3.org/MarkUp/).
- [IMS'08] IMS Global Consortium, <http://www.imsproject.org>, последно посетен: юни, 2008.
- [JavaScript] *JavaScript.com (TM) – The Definitive JavaScript Resource: JavaScript Tutorials, Free JavaScript*, <http://www.javascript.com>.
- [Kingsbury'83] Kingsbury G., D. J. Weiss, *A Comparison of IRT-based Adaptive Mastery Testing and Sequential Mastery Testing Procedure*, In D. J. Weiss (Ed.) *New Horizons in Testing: Latent Trait Test Theory and Computerized Adaptive Testing*. New York: Academic Press, 1983.
- [Kingsbury'89] Kingsbury G., Zara, A. R., *Procedures for Selecting Items for Computerized Adaptive Tests*, *Applied Measurement in Education*, 2(4), 1989, 359-375.
- [Lectora] *Lectora X*, <http://www.trivantis.com/>.
- [MindMeister] *Online Mind Mapping and Brainstorming – MindMeister*, <http://www.mindmeister.com/>.
- [Muzio'02] Muzio J. A., T. Heins, R. Mundell, *CEDAR Experiences with Reusable e-Learning Objects: From Theory to Practice*, *The Internet and Higher Education* Volume 5, Issue 1, 1st Quarter 2002, 21-34.
- [MySQL] *MySQL: The World's Most Popular Open Source Database*, <http://www.mysql.com>
- [Peiwen'05] Peiwen T., E. T. Yew, *Teaching Thinking Skills in e-Learning – Application of the Bloom's Taxonomy*, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*; Proceeding of the 2005, Vol. 133, 678-681.
- [PHP] *PHP: Hypertext Preprocessor*, <http://www.php.net>.
- [phpMyAdmin] *phpMyAdmin*, [http://www.phpmyadmin.net/home\\_page/index.php](http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php).
- [SOAP] *W3 SOAP Specification*, <http://www.w3.org/TR/soap12-part1/>.
- [Sokolova, Totkov'05] Sokolova M., G. Totkov, *About Test Classification in e-Learning Environment*, *CompSys'05*, Varna, 16-17.6. 2005, II.21.1-II.1.6.
- [Sokolova, Totkov'05] Sokolova M., G. Totkov, *About Test Classification in e-Learning Environment*, *CompSys'05*, Varna, 16-17.6. 2005, II.21.1-II.1.6.
- [Sokolova, Totkov'07a] Sokolova M., G. Totkov, *Towards Accumulative e-Learning Systems*, in *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Balkan Conference in Informatics* (K. Boyanov, R. Nikolov, I. Nikolova, M. Nisheva eds.), vol.1, Sept. 27-29, 2007, Sofia, Bulgaria, 512-522.
- [Sokolova, Totkov'07b] Sokolova, M., G. Totkov, *Accumulative Question Types in e-Learning Environment*, *Proc. of the Intern. Conf. on Computer Systems and Technologies*, IV. 21-1 – IV. 21-6 Rouse, 2007.

- [Sokolova, Totkov'08]** Sokolova M., G. Totkov, *Extended IMS Specification for Accumulative Test System*, Proc. of the 9th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing 2008, Gabrovo, Bulgaria, June 12-13, 2008, V.14-1 – V.14-6.
- [TOEFL]** Successful TOEFL Test - The TOEFL CAT, <http://www.mytoeflsuccess.com/toefl-test/faq/cat.htm>, recently visited January 2011.
- [Totkov et al.'04]** Totkov G., E. Somova, M. Sokolova, Modelling of e-Learning Processes: an Approach Used in Plovdiv e-University, Int. Conf. on Computer Systems and Technologies (e-learning), CompSysTech'04, 17-18 June 2004, Rouse, IV.12.1 – IV.12.6.
- [Wikramanayake'03]** Wikramanayake G.N., e-Learning: Changes in Teaching and Learning Styles, Proceedings of 22nd National Information Technology Conference (NITC) on e-Sri Lanka from Vision to Reality, 2003, July 3-4, 118-124.