



УНИВЕРСИТЕТ  
ПО БИБЛИОТЕКОЗНАНИЕ  
И ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ

Евгения Петрова Ковачева

**АДАПТИВНИ СИСТЕМИ  
ЗА ЕЛЕКТРОННО  
ОБУЧЕНИЕ**

АВТОРЕФЕРАТ  
на  
**ДИСЕРТАЦИЯ**

за присъждане на научна и образователна степен *доктор* в  
професионално направление 4.6  
*Информатика и компютърни науки*

Научни ръководители:  
проф. д-р Румен Николов  
проф. д-р Иванка Павлова

София, 2012

Дисертационният труд е обсъден на заседание на катедра "Компютърни науки" към Факултет по информационни науки на Университет по библиотекознание и информационни технологии (УниБИТ) на 26.06.2012 г. и насочен за защита пред комисия за присъждане на научна и образователна степен доктор в професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 02.10.2012 в заседателната зала на УниБИТ на открито заседание и комисия в състав:

Председател: доц. Димитър Христов - рецензент

и членове:

проф. Румен Николов,

проф. Красен Стефанов,

проф. Радослав Павлов,

доц. Иван Койчев - рецензент

Материалите по защитата са на разположение на сайта на УниБИТ.

Пълният обем на дисертацията е 146 страници, от които заглавната страница, съдържанието, използваната литература и приложенията са 46 страници.

Използваната литература включва 148 заглавия на книги и статии (2 на български език), 38 интернет адреса. Списъкът от публикации на докторанта по същината на дисертацията включва 9 заглавия.

## Актуалност на темата

С развитието на Интернет и информационните и комуникационни технологии (ИКТ), навлизането на компютърните системи в живота на хората е все по-широко застъпено. както в работата, така и в образованието. Въвежда се термина електронно обучение (ЕО).

Адаптирането на системите за подпомагане на учебния процес към потребностите и знанията на обучаемите е актуална област за развитие - към юни 2012 според Google Scholar извлича 1 990 000 за резултатите с ключови думи *адаптивни системи за обучение*. Темата на дисертацията *Адаптивни системи за ЕО* има място в научните дебати както в теоретичен, така и в практико-приложен аспект.

Целта на адаптирането на системите за ЕО е да се осигури ефективно обучение като се предостави възможност за *общуване* на обучаемите със система, отговаряща на неговите нужди, поведение и знания. Знанието достига до всеки, който пожелае, без ограничения за време и място. Това е предпоставка за преминаване на образованието на един нов етап. Някои от наблюдаваните промени са:

- Обучението е **непрекъснат процес**, продължаващ през целия живот,
- Неформалното обучение става важен аспект от образователния опит. **Формалното образование вече не е по-голямата част от обучението**,
- **Технологиите променят мисленето** - инструментите, които се използват го определят и оформят.
- Свързват се учещите индивиди с учещи общности.

## **Обект, предмет, цели и задачи на дисертацията**

**Обект на изследване** на дисертационния труд са системите за ЕО (СЕО). Разглеждат се основните им функционалности като среда за провеждане на учебен процес: предоставяне на учебен материал, учене, оценяване и общуване между обучаеми, обучаващи и учебно съдържание и заложи в тях дидактически средства.

**Предмет на изследване** са адаптивностите на системите за обучение спрямо обучаемия неговия стил на учене, знания, степен на усвояемост на новия материал

**Целите** на настоящото изследване са:

- Да се създаде формален модел на адаптивност на системи <L|ETAP> за ЕО спрямо стила на учене и знанията на обучаемите;
- Да се разработи алгоритъм за приложение на създадения формален модел.

## **Основните задачи на дисертацията**

Във връзка с изпълнение на формулираните цели, докторантът си поставя следните основни задачи:

- Да се направи аналитичен обзор на областта на Е-промени и тенденции в:
  - стандартите за представяне на учебния материал и за тестове при оценяване на обучаемите,
  - системите за управление на курсове;
- Да се направи аналитичен обзор на областта на компютърно- адаптивното оценяване:
  - да се проучи теорията за компютърни адаптивни тестове-САТ,
  - да се проучи **теорията на положителния отговор** (Item Respond Theory - IRT);

- Да се създаде формален модел за еднозначно съответствие между банкята от въпроси за САТ, описани с IRT, и хранилището с учебно съдържание;
- Да се създаде **формален модел <L|ETAP> за адаптиране на системи** за ЕО спрямо стила на учене на обучаемите и знанията им;
- Да се **проектира, реализира, тества и изследва** алгоритъм за приложение на предложени формален модел в система за управление и организация на курсове;
- Да се **създаде прототип** на формалния модел <L|ETAP> като софтуерен модул в системата с отворен код MOODLE 2.0.

## Глава 1. Аналитичен обзор на ЕО

---

### Въведение в областта

Развитието на информационното общество води до промени във всички области на обществото ни. Внедряването на ИКТ в образованието е основа за развитие на нови подходи и средства за учене и преподаване и изграждане на глобалния кампус.

В настоящия дисертационен труд се използва следната

---

Дефиниция 1.1 **Електронното обучение** е обучение, за чиято подготовка, провеждане и/или управление се използват ИКТ и Интернет.

При внедряването на ЕО са в сила осем аспекта: педагогически, технологичен, проектиране на интерфейса, етични, институционални, оценяване, организационен, проектиране на учебни материали [Khan 1997]. Настоящата работа разглежда свързаността на педагогическите средства, технологичните решения за тях, управлението на учебния процес и оценяването на обучаемите с помощта само на системи за обучение и то такива, които се *нагаждат* към нуждите на обучаемите.

### Аналитичен обзор на СЕО

Системите за електронно обучение подпомагат учебния процес. Те са ориентирани към предоставяне както на учебния материал, комуникацията между участниците в учебния процес и разнообразни средства за оценяване, така и към организация и управление или към цялостно администриране на учебния процес.

**Дефиниция 1.2 СЕО** – интерактивна електронна среда, която предоставя пакет от инструменти, осигурява посредничество при обучение, и изпълнява функцията на учебно хранилище, което се използва за съхранение, управление и поддръжка на учебното съдържание, а често и за разработката на учебно съдържание.

При проектирането и разработването на СЕО е необходимо да са залегнали основните аспекти на ЕО, за да се осигури подходяща среда на обучащите и обучаемите, лесна за използване, която да гарантира образователната ефективност и да ангажира потребителите както е дефинирано в 4Е модел (*Environment (среда), Easy of Use (лесно за използване), Educational Effectiveness (образователната ефективност), Engagement (ангажираност на потребителите)*) [Collis&Moonen 2001]).

Сравнителният анализ установи, че в съвременните СЕО са заложи базови функционалности, които могат да се използват при адаптиране на средите към обучаемите, но в настоящия момент не е реализирано цялостно решение за персонализиране. Основното, което СЕО предоставят на създаване на гъвкавост на обучението спрямо нуждите на потребителите - независими от място и време. В дисертационния труд са направени допълнения на характеристиките за гъвкавост таблица 1.1

Таблица 1.1 Аспекти на гъвкавостта

Категория	Характеристики на гъвкавост според [Collis&Moonen 2001] [Nikolova&Collis 1998]	Характеристики, доразвити в настоящата работа в посока адаптивност
Време	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дата, от която започва курса</li> <li>• Време за участие в курса</li> <li>• Темпо на обучаемия по</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Време за престой на обучаем в системата</li> <li>• Време за работа с учебните материали</li> </ul>

	време на курса • Време за оценяване на напредъка	• Време за работа със заданията
Съдържание	• Теми в курса • Последователност на темите в курса • Количество учебни дейности в курса • Ниво на трудност на съдържанието	• Проследяване на темите, през които обучаемият е минал, в процеса на учене • Адаптиране тип на учебното съдържание в съответствие с типа на учене на всеки обучаем
Оценяване на обучаемите	• Оценяване, съответстващо на съдържанието	• Оценяване на обучаемия с адаптирани към него въпроси
Входни изисквания и в контролни точки	• Входно ниво за записване в курса – необходими предварителни знания	• Оценяване на обучаемия в контролни точки за преход от една учебна тема към друга
Педагогически подходи и учебни материали	• Език за общуване в курса • Учебни материали • Педагогически модел на курса	• Възможност за различни педагогически подходи при провеждането на един курс
Провеждане на курса	• Време и място за консултации • Видове консултации • Място за обучение и провеждане на курса • Начин на провеждане на курса	• Линейността на представяне на темите се променя в зависимост от обучаемия

В дисертационният труд е направено кратко сравнение на основни характеристики на СЕО. След анализа в дисертационния труд се въвеждат термини, които са свързани със СЕО:



---

Дефиниция 1.3 **Контролни точки** - темите от курса за обучение, след които в СЕО се провежда междинно оценяване на обучаемите за проследяване на напредъка им.

---

Дефиниция 1.4 **Хранилище с учебни материали** – структурирани учебни материали, определени и класифицирани по теми, стил на учене и осигуряващи бърз достъп до тях.

---

Дефиниция 1.5 **Банка с въпроси** - колекция от калибрирани въпроси. Тя е съставена от координирани въпроси, които са разработени, определени и квалифицирани по теми и осигуряват работещи определения на стойностите.

---

Дефиниция 1.6 **Стандартите за ЕО** множество от правила и принципи, които показват как се трансформират и описват ресурси и са рамка, подпомагаща създателите на електронни курсове като налага уеднаквяване начина на представяне на използваните материалите и средствата за оценяване, с което се подпомага многократното им използване и споделянето им.

---

Дефиниция 1.7 **Учебен обект** (Learning Object) е структурирано и многократно използваемо учебно съдържание, създадено за постигане на конкретна учебна цел.

---

Дефиниция 1.8 **Метаданни** са машинно разбираема информация за компютърно-базирани ресурси с добре дефинирана семантика и структура.

---

В сила са две аксиоми за метаданните са: Метаданните са данни; Метаданните могат да описват метаданни;

### **Въведение в стандарти за електронно обучение**

С разработване на стандартите се улеснява споделянето на ресурсите и многократното им използване. С въвеждане на термина стандарт за ЕО е необходимо да е въведе и термините учебен обект и метаданни, тъй като са неделима част от стандарта за ЕО.

Различават се следните видове стандарти:

- Стандарти за **учебно съдържание**
- Стандарти за **обучаемите**
- Стандарти за **взаимодействие**
- Стандарти за **оценяване** (главно за тестове)

Стандарти за ЕО са организирани в няколко основни категории:

- **Метаданни** - съдържание, описано с метаданни е сърцето на електронното обучение.
- **Пакетиране на съдържание** – осигурява прехвърлянето на курсове от една СЕО към друга.
- **Профили на обучаемите** - предоставят възможността за обмен на информация за обучаемите между различните компоненти на системата.
- **Рамка за тестове** – осигурява прехвърляне на тестове както между различни компоненти на средата, така и между различни СЕО.

### **Аналитичен обзор на адаптивност на СЕО**

Множество идеи за адаптирано обучение са създадени от навлизането на компютърно в обучението. От пълен контрол на учебния поток [Tennyson, 1980, 1981], [Kalaydjiev&Angelova 2002] до концепцията за адаптивно управление, която предоставя богата информация и

диагностични материали, за да се подмогат обучаемите да вземат ефективни решения за собственото си обучение [Bell&Kozlowski 2000]. Всички те са основани на предположението за персонализирано, адаптирано обучение в контекста на всеки обучаван, за да стимулират процеса му на учене и да го стимулират да се включва в този процес [He и колектив 2002], [Fredericksen и колектив 2000], [Burgos&Ruiz-Mezcua 2003]). Тези подходи предполагат, че мотивирането и ефективността от обучение се дължат на персонализирането му [Towle&Halm 2005]. Създадени са цялостни стратегии и сценарии за персонализиране на CEO ([Dolog&Henze 2003], [Essalmi и колектив 2010] и [Barrios 2007]).

Адаптивността не означава да се даде пълен контрол на обучаемите върху учебния процес и съдържание създадат свой собствен [Snow 1980] тъй като те не знаят кое е най-добро за тях и могат да и да имат съществени пропуски.

---

**Дефиниция 1.9 Адаптивно обучението** е методология, при която периодично се идентифицират знанията, стил на учене и след това се конфигурира специфично за нуждите обучаемия множество от учебни ресурси, дейности и оценяване, което подпомага по-доброто усвояване на новите знания.

---

**Дефиниция 1.10 Адаптивност на CEO** е нагаждане на CEO към обучаемия с внедряване на метод за адаптивно обучение.

---

### **Типове адаптации**

Настоящият дисертационен труд има за цел да представи модел за адаптиране по отношение **дейности**, свързани с оценяване на обучаемите и **средата** им на

обучение. Съществуват адаптации в четири области, където те могат да се проявят: **средата, методологията, ролите и дейностите**. По-долу в тази секция се представят по-голяма част от адаптациите в СЕО.

В литературата са описани **три основни типа** адаптации за СЕО, [Souryal и колектив 2006], [Leya и колектив 2010]:

- адаптиране на потребителския интерфейс;
- адаптиране на процеса на обучение;
- адаптиране на учебното съдържание.

Brusilovsky и Paylo [Brusilovsky&Paylo 2003] описват допълнителни адаптации като: **интерактивни, подпомагащи разрешаването на проблеми; адаптации, филтриращи информация и адаптации на групи**. Burgos [Burgos и колектив 2006] включва също допълнителни адаптации: **адаптивно оценяване и промени в движение** (т.е. адаптация при динамично променящи се състояния). Към тези адаптивности може да се добавят и заложи в веб-базираните търсачки, библиотеките и други хранилищата с материали, а именно **адаптации по заявка и адаптации по поведение**.

Многообразието от адаптивности дава възможност обучаемите и обучаващите да работят в среда, която ги *обгрижва и мисли* за тях и реагира адекватно на нуждите им.

### **Обзор на модели и алгоритми за адаптации**

За успешно персонализиране на СЕО е необходимо разработчиците на курсове да разполагат със средства за създаване на ефективно ЕО, основани на информационни **модели за педагогически подходи, учебни дейности и съдържание, лични и образователни ресурси**. Тази рамка се описва чрез **метаданни** [Dagger и колектив 2005], [Barchino и колектив 2006].

Стандартите за ЕО, са основа за изграждане на адаптивност. Bures и Jelinek използват комуникационен стандарт [Bures&Jelinek 2005] за моделиране на адаптивност, основана на топологията на адаптивната хипермедия и нейното описание.

Мост между съществуващите модели за ЕО прави разпределената архитектура на Brusilovsky [Brusilovsky 2004], т.нар. *дърво на познанието*, базирано на интелигентни агенти и отговаря на изискванията на съвременните CEO.

В литературата [Chen, Lee &Chen 2005], [Chen, Liu & Chang 2006] е предложен модел за персонализиране на CEO като се прилага теорията на положителен отговор (IRT – разгледана в глава 2). Този модел предоставя на обучаемите учебните материали, които по трудност отговарят на знанията на обучаемите, за да може те да следват собствен път на обучение.

През последните 30 години ИКТ навлизат в образованието и показват амбицията за съвместяване на традиционно и ЕО като се говори за виртуален обучаващ, който подпомага обучаемите и ги *води* по най-подходящия за тях път през учебния материал и ги *насочва* спрямо техните възможности и надгражда знанията им. Тези системи се наричат **интелигентни системи с виртуален преподавател**. Тези CEO използват математически модели и алгоритми за адаптиране към обучаемите на процеса на учене [Lombardi 2007]; [Suraweera и колектив2005] [Williams 2001]. Някои от най-често използваните модели и алгоритми са: интелигентни агенти, концептуални карти, марковски модели, онтологии.

За разработване на модела в настоящия дисертационен труд бе необходимо да се направи проучване за възможните адаптации при CEO и да се подбере(ат) най-подходящите според докторанта, които да осигурят

ефективност при реализацията на модала. Затова тук ще бъдат представени специфични особености на някои от модели и алгоритми.

От разгледаните възможности подходи и методи за адаптивни системи са идентифицирани пет основни характеристики за обучаемите: цели; знания в конкретна областта на познанието; квалификация - колко лесно ще възприема материала; опит с образователната система; лични предпочитания.

### **Основни изводи към глава 1**

В първа глава беше направено въведение в областта на ЕО, СЕО и бяха представени различните типове адаптации и модели. Целта на изгражда на СЕО е да подпомогнат процеса на обучение.

Направен бе аналитичен обзор на предметната област и е уточнено какво се точно се разбира в настоящата работа с дефиниции за ЕО, СЕО, **хранилище с учебни материали, банка с въпроси стандарти за ЕО, учебни обекти, метаданни, адаптивно обучение и адаптивност на СЕО.** Въведено е и понятие, което ще бъде необходимо при изграждане на модела - **контролна точка.**

Една от най-съществените характеристики на ЕО е гъвкавостта му. В настоящата работа се разшири и уточни това понятие като бяха специфицирани основните му категории и се добавят нови елементи.

Разгледаните към момента съществуващи методи и алгоритми не могат директно да се приложат за решаване на поставената задача по няколко причини:

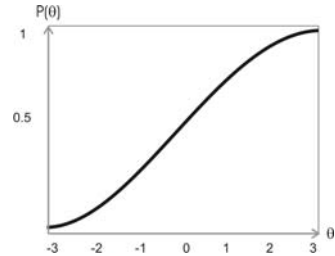
- В съвременните СЕО са заложи базови функционалности за адаптиране, но в настоящия момент не е реализирано цялостно решение за персонализиране.

- При съществуващите модели за адаптиране на СЕО се разглежда еднозначно процеса на адаптиране към обучаемия

Следователно е необходимо да бъде създаден нов модел и алгоритъм за прилагането му, който изгражда цялостен подход за свързаността на педагогическите средства, технологичните решения за тях, управлението на учебния процес и оценяването на обучаемите с помощта само на системи за обучение и то такива, които се нагаждат към нуждите на обучаемите

## Глава 2. Адаптивен модел за тестове

Дефиниция 2.1 **Оценка на положителен отговор** зависи от скритите (латентни) заложи на обучаемия и се описва с **характеристична крива на въпрос** (Фигура 2.1), която показва зависимостта между знанията на обучаемия  $\theta$  и вероятността да отговори правилно на въпроса.



Фигура 2.1 Функция на отговорите

### Основни понятия в IRT

Нека да означим с  $\theta$  индивидуалните знания, а с  $P(\theta)$  вероятността за коректен отговор, тогава кривата на вероятностната функция  $P(\theta)$  като функция на способността  $\theta$  описва **S-образна крива**, както бе показано на фигура 2.1. По абсцисната ос се отчитат знанията на обучаемия, а по ординатата – вероятността за коректен отговор на въпрос.

Дефиниция 2.3 **Сложност на въпрос** - Сложността на въпрос в IRT показва колко труден е един въпроси и дефинира разположението на функцията по скалата на знанието-индекс по място Този параметър индексира въпроса по сложност. Нека този параметър да го означим с  $b$ .



Колкото повече хора с различни знания отговарят правилно на един въпрос, толкова той е по-лесен и обратно, колкото по-малко хора могат да отговорят на един въпрос, толкова той е по-труден.

**Дефиниция 2.4 Прецизност на въпрос** - Прецизността отчита колко добре един въпрос може да разграничи нивата на изпитваните по отношение на техните компетентности. Означаваме този параметър с  $a$ .

Параметрите за сложност и прецизност съществено рефлектират върху *стъпката* на характеристичната крива в нейната средна част и разграничават въпросите, докато в двата края на интервала точността на преценката за типа на въпроса намалява. Тези две свойства описват общата форма на характеристичната крива.

### Модел на характеристичната крива

При IRT стандартния математически модел за характеристична крива на въпрос (Фигура 2.1) е **логистична функция**. **Дву-параметричния модел** е функцията 2.1 на нивото на знание  $\theta$ .

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-L}} = \frac{1}{1 + e^{-a(\theta - b)}} \quad (2.1)$$

където:  $e$  - Неперовата константа 2.718,

- $b$  - параметър за сложност  $-3 \leq b \leq +3$ ,
- $a$  - параметър за прецизност - наклонът при  $\theta = b$  е  $a/4$ .  $-2.8 \leq a \leq +2.8$ , както при останалите параметри.,
- $L = a(\theta - b)$  - логистичното отклонение,
- $\theta$  - ниво на умствените способности.

В еднопараметричен логистичен модел на Rasch параметърът на прецизност от двупараметричния логистически модел е фиксиран  $a = 1$  за всички въпроси, а параметърът на сложност може да се мени.

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-(\theta-b)}} \quad (2.2)$$

където:  $b$  е параметър за сложност,  $\theta$  е нивото на знания.

При тестване изпитваните могат да **налучкат верния отговор** - отчитане се в трипараметричен модел:

$$P(\theta) = c + (1 - c) \frac{1}{1 + e^{-a(\theta-b)}} \quad (2.3)$$

където:  $b$  е параметър за сложност,  $a$  е параметър за прецизност,  $c$  е параметър на налучкването  $0 \leq c \leq 0.35$ ,  $\theta$  е нивото на знание.

Поради важноста от отчитане на налучкването, в научното изследване, представено в дисертационния труд и в прототипа на адаптивната СЕО е използван трипараметричния модел.

**Характеристичната крива на тест** е отношение между истинската стойност и способностите на изпитваните. За произволно ниво на способности може да бъде намерена съответната истинска стойност от характеристичната крива на теста (Фигура 2.6).

### Въведение в теорията на САТ

Дефиниция САТ са компютърни тестови процедури, при които избраните въпроси съответстват на нивото на знания на изпитваните, които те показват по време на провеждането на теста.

[Reckase и колектив 1988]

Дефиниция **SAT базирана (основани) на IRT – SAT**, при които за оценяване на нивото на знания на обучаем се използва IRT модела.

Този тип оценяване много по-точно описва успеваемостта на обучаемите и може да открие пропуските в знанията.

SAT процесът обикновено преминава през две главни стъпки [Weiss 1983]. **Първо – подбор на начален въпрос** за оценяване на способностите на изпитвания [Wainer 2000] със средно ниво на трудност (по скалата от -3 до 3 е точка 0). **Второ - изпитваните се оценяват спрямо отговорите им**, а оттам и оценката на способностите им за даден въпрос и преминаване към следващия като нивото на успеваемостта на обучаемия се обновява с всеки въпрос [Latu&Charpman 2002].

#### ПРЕИМУЩЕСТВА НА SAT

Най-същественото преимущество на SAT е по-голямата **ефективност** в сравнение с традиционните тестове.

Друго преимущество на въпросите в един тест при SAT е, че те са *нагодени* към изпитвания, резултатът е уникален тест за всеки изпитан. Това също предполага, че дължината на теста може да бъде оптимизиран съобразно индивидуалната хатактеристика на изпитвания.

#### СЪЗДАВАНЕ НА БАНКА С ВЪПРОСИ

Основен недостатък на SAT е първоначалното натрупване на въпроси и създаване на банка с въпроси. Те трябва да са прецизно описани като въпроси и да са калибрирани, т.е. за всеки един въпрос трябва да са дефинирани **трудността и прецизността им**.

## Основни изводи към глава 2

В настоящата глава се обосновава защо именно САТ базирани на IRT се използват за изграждането на адаптивния модел, разработван в настоящата работа между учебно съдържание – обучаем – оценяване, а именно:

Независимо от затрудненията при създаване на банката с въпроси и идентифицираните ограничения на САТ за работата на настоящото изследване, че с САТ основани на IRT моделът за взаимодействие на учебно съдържание и обучаем е най-подходящ и увеличава ефикасността от изпитването: **открива пропуските на обучаемия и представя точно нивото му на знания в момента на изпитването.** Именно тези два показателя са основни при изграждане на конструктивистичен модел, цел на настоящата работа.

## Глава 3. <L|ETAP> - формален модел на адаптивност на системи за ЕО

### Основни понятия на модела <L|ETAP>

Представеният конструктивистичен модел включва формално описание на стила на учене, знанията на обучаемите, предметната област, взаимодействието на обучаемите със системата и с *интелигентния виртуален преподавател*.

Моделът е множество от пет елемента за идентифициране на обучаемия - <L|ETAP>, където:

- L-стил на учене (Learning style);
- E-вектор с оценките (an Evaluation vector), където са събрани всички оценки от заданията в процеса на обучение;
- T-времето, през което обучаемият е активен в системата (Time);
- A-взаимодействието на обучаемия със системата – типа на дейностите (Action types);
- P-контролни точки по време на учебния процес (control Points).

### ДЕЙСТВИЕ НА МОДЕЛА

След като обучаемия влезе в адаптивната СЕО първоначално се определя типа му(й) на учене чрез тестове. Обучаемият преминава тест за *ориентация* на системата за и входното му ниво. Прави се оценка дали ще са необходими допълнителни учебни материали или ще може обучаемия да прескочи някои теми от учебния план. Предоставят му(й) учебни материали е по учебния план, който трябва да се следва за съответния курс като страна на обучаемия. По време на процеса на обучение се

- проследява какви взаимодействие обучаемият е имал със системата: достъп до учебния материал, участие в учебните дейности (Т, А);
- оценява успеваемостта на обучаемия в контролните точки (Дефиниция 1.3) на съответния курс (Т, А, Р).

Автоматичното оценяване на знанията на обучаемите с помощта на системи за обучение се извършва с САТ, които *откриват* пропуските в познанията на обучаемите. Ако обучаемият има пропуски в контролните точки, системата го връща към съответния материал (фигура 3.1) като може да предостави на обучаемия и учебни материали за друг тип стил на учене, идентифициран в процеса на учене.

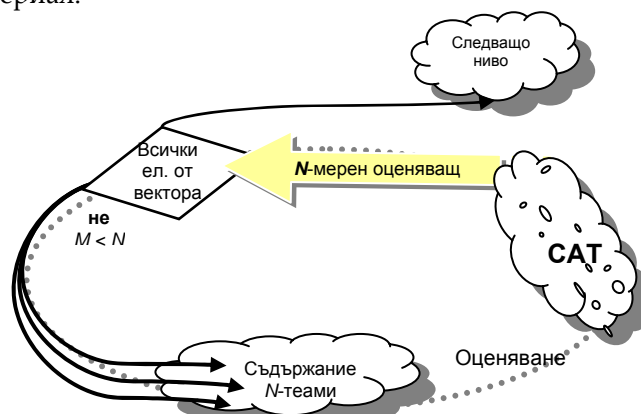
Ако обучаемият премине успешно тестовете, той може да продължи към следващата стъпка от обучението или получава сертификат за приключен курс.

#### ЕТАПИ НА АДАПТИВНО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Моделът за оценяване следва процеса на обучение, но разширявайки стъпката *оценяване* в няколко насоки: от една страна изпитните тестове да се адаптират към всеки един от обучаемите и второ да се отчете точно кои области от учебния материал не са ефективно усвоени от обучаемия. Когато са известни пропуските в образованието на съответния обучаем, не му се позволява да продължи към следващото ниво, а бива връщан към местата в учебния материал, където не покрива критериите (фигура 3.1).

В термините на настоящата работа оценяването се дефинира ***N* мерен вектор на състоянието** на обучаемия, където *N* е броят на темите от материала. На всеки един елемент от вектора съответства оценката за усвоения учебния материал. Когато всички елементи удовлетворяват критериите за преминаване, на обучаемия му се позволява

да премине на следващо ниво в обучението. В противен случай – при  $M$  елемента, които не покриват критериите, системата връща обучаемия към тези  $M$  части от учебния материал.



Фигура 3.1 Адаптивно взаимодействие тест – учебен материал

**Дефиниция 3.1 Критерии за преминаване** се дефинират като ниво на знания на обучаемия.

Моделът използва **САТ** за оценяването, с което се осигурява точност и прецизност при определяне степента на наученото. Процесът на изпитване с САТ отговорът на всеки следващ въпрос зависи само от предходния.

Адаптивната система *помни* състоянието на всеки един обучаем с помощта на **интелигентни агенти**<sup>1</sup>.

**Дефиниция 3.2 Интелигентен агент** е специална софтуерна компонента, която разполага с автономност и осигурява оперативно съвместим интерфейс на произволна

<sup>1</sup> [http://bg.wikipedia.org/wiki/Интеллигентен\\_агент](http://bg.wikipedia.org/wiki/Интеллигентен_агент) и [http://bg.wikipedia.org/wiki/Софтуерен\\_агент](http://bg.wikipedia.org/wiki/Софтуерен_агент)

система и се държи като човек, работейки за някой клиент в осъществяването на своя дневен ред.

Съществен момент в изграждането на адаптивната система, подпомагаща обучението е дефиниране връзката между хранилището с учебните материали и хранилището с въпроси. Възможността за идентифициране на пропуските за всеки обучаем е съществен момент и тя е гарантирана отново с **интелигентни агенти и метаданни** като се проследява нивото на познанието.

Моделът за адаптивно взаимодействие между тестове и учебен материал се отнася за адаптивни среди за обучение, което минава през следните основни етапи:

Създаване на курс  $i$  в средата за обучение, отговарящ на стандарти за ЕО (кой точно стандарт ще бъде използван зависи от проектиращите системата в прототипа на настоящето изследване се използват стандартите на MOODLE 2.0 тъй като прототипът е реализиран като модул в тази СЕО);

Подготовка на учебни материали към курс  $i$ , покриващи  $N_i$  – учебни теми;

Подготовка на въпросите за тестове.

Оценяване с адаптивни компютърни тестове, базирани на теорията за положителния отговор;

Получаване на  $N_i$ -мерен вектор на състоянието с оценките по съответните теми;

Проверка за удовлетворяване на критериите за усвояване на учебния материал за всички елементи от  $N_i$ - мерен вектор на състоянията ;

Връщане на обучаемия към учебния материал/или минаване към по-горно ниво (сертифициране).



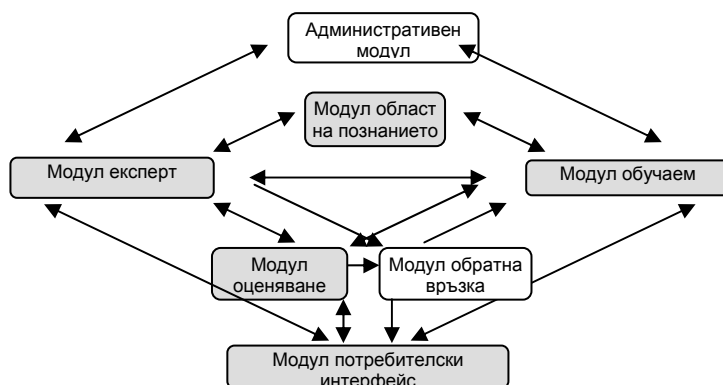
Когато един обучаем премине през етапи 2-5 моделът гарантира, че той (тя) няма да имат пропуски по темите на курс  $i$  и може да продължи на по-горно ниво.

За пълното изясняване на модела е необходимо да се разгледа архитектурата на системата и няколко основни обекти, описани в него.

### Архитектура на адаптивната система

В глава 1 бяха разгледани съществуващи модели на CEO, в които се използват различните математически апарати за по-добро адаптиране към обучаемия. Архитектурите на тези системи са различни, но имат някои общи модули като: административни, потребителски, област на познанието.

Интелигентната система с виртуален преподавател, обслужваща <L|ETAP> модела се състои от пет модула: административен, експерт, области от познанието, профил на обучаемия, оценяване и отговор от експерта/преподавателя, стил на учене и потребителски интерфейс. На фигура 3.2 е показана архитектурата на CEO за <L|ETAP> и взаимодействието на отделните модули.



Фигура 3.2 Схема на архитектурата на адаптивна CEO, прилагаща <L|ETAP>

Архитектурата на СЕО показва взаимна връзка между почти всички модули.

### Профил на обучаемия

Профилът на обучаемия е основен модул, при който е в сила моделът <L|ETAP>, тъй като в него се пази цялата информация за обучаемия: стила му на учене (L), времето (T), което обучаемия прекарва в система и неговите действия (A) в нея, през кои теми е минал обучаемия.

*N*-мереният вектор на състоянието, описан на фигура 3.2, е вектора с оценките (E), който се отчита на всяка контролна точка по време на процеса на обучение (P).

Обучаемият може да избира различни пътища през областта на познание, за да получи съответно знание – виртуалният обучаващ задава примерни пътища, но обучаемият избира, по кой да тръгне. Той може да прескочи една или друга тема, ако може да докаже, че има познание по нея – т.е. премина съответната контролна точка. В някои случаи е необходимо да бъде осигурено ниво на владение на даден материал, преди да се изучи нов. метаданните за съответната тема.

Всеки един курс се състои от самостоятелно обособени модули и всеки модул разглежда *N* на брой теми. В аспектите на гъвкавост бе описано, че е необходимо оценяване преди и след всеки модул и един финален тест върху целия курс.

В модула **Профил на обучаемия** се записват историята на обучаемия и поведението му в системата. Като краен резултат след оценяване системата отчита:

- **знае** – обучаемият знае термина
- **не знае** – обучаемият не знае термина
- самооценка - „не зная“

- **знае грешно** – знанията на обучаемия се считат за неправилни

Важно да се отбележи, че всички обекти в системата са описани с метаданни, чрез които е възможно да се осъществи комуникация. Структурираността на метаданните се осъществява с онтологии за различните обекти. Най-същественят момент при работата на една интелигентна система е описанието на всички метаданни за всички обекти, за да може виртуалния обучаем да *взема* правилни решения.

### Стил на учене

Под влияние на няколко фактора (“Околна среда”, окръжаваща обучаемия; Способности; Мотивация и първоначални знания и умения [Fullan 2001]) обучаемия усвоява новия материал и следващата стъпка е оценяване на наученото. Успеваемостта зависи и от стила на учене [Klasnja-Milicevic и колектив 2011] и трябва да се има като фактор в процеса на учене – да се предоставят, подходящи материали за съответния тип учене. Съществуват различни класификации на стилове на учене [Özpolat&Akar 2009] като: Memletic Learning Style, модел на David Kolb [Smith 2008], модел на Honey and Mumford [Honey&Mumford 2000]

За алгоритъма на приложение на <L|ETAP> и прототипа на предложения модел се използва именно модела на Honey & Mumford за стила на учене.

### Потребителски интерфейс

**Модул - Потребителски интерфейс** - осъществява връзката между потребител – компютър. Този модул има две нива: **интерфейс на обучаемия** и на **интерфейс на обучаващия**, ако се използва и реален преподавател да има възможност да взема участие в процеса на обучение.

## Области от познанието

**Модулът области от познанието** е ориентиран да поддържа хранилище с учебни материали. Този модул подпомага *превеждането* обучаемия през учебния процес. За да може да се реализира това е необходимо хранилището на учебни ресурси да бъде структурирано и логически подредено, за да може да отговаря на условията за стандартизация на системите за обучение както е отбелязано в глава първа.

На базата на **Метода за разработка на гъвкави модули за обучение** [Николова, 2000] и **Модела за адрегация на курс** [Altenhofen&Scharper 2002] е изграден моделът, който води до лесно и бързо създаване на курсове съобразени с темата и обучаемата група.

### СЪЗДАВАНЕ НА КУРС

Най-ниското ниво от *зрънца* е формирано от познавателни единици, които са най-малките неделими единици в един курс.

**Моделът на съдържанието** се състои от четири различни структурни нива, където всяко по-горно ниво може да съдържа елементи от всички по-долни нива. Нивата отдолу нагоре са: Учебен обект (LO); Учебни материали; Урок, курс.

### ТИП НА УЧЕБНИЯ МАТЕРИАЛ

Отделните единици от познания трябва да бъдат категоризирани, спрямо избрана онтология, дефинирана от Altenhofen & Scharper (2002). Тази онтология се състои от четири основни типа, които имат своите подразделения и я изграждат:

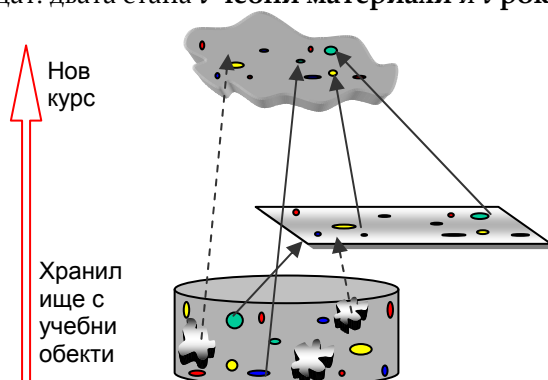
- **Насочващо познание** – помага на обучаемия да намери път през темите по специфичен начин без

да минава през началото на всяка една – **знае какво**;

- **Познание на действието** – помага на обучаемия да научи тематично свързани методи - **знае как**;
- **Пояснително познание** – дава на обучаемия аргументи за ситуации и термини – **знае защо**;
- **Препращащо познание** – научава обучаемия къде да намери допълнителна информация – **знае къде**.

Онтологията не зависи от избраната проблемна област, а само от „знае какво“, „знае как“, „знае защо“ и „знае къде“. Използването на онтология за описание на учебните обекти улеснява структурирането на информацията и поднасянето ѝ по-подходящ начин в различни ситуации.

За по-нататъшните разглеждания моделът за изграждане на съдържание ще бъде представен в три нива: **Хранилище с учебни обекти**, **Междинни нива** и **Нов курс**, както е показано на фигура 3.3. Междинните нива обхващат: двата етапа **Учебни материали** и **Урок**.



Фигура 3.3 Слой учебно съдържание

Опростеното представяне на модела за изграждане на електронно съдържание не променя същността на по-

нататъшното изграждане на модела за взаимодействие между учебното съдържание и оценяването. Така създадения слой учебно съдържание позволява на потребителя да минава през учебния просец с помощта на **Планиращ агент** (агент, който съчетава логически изводи и търсене), основано на учебния план, диалога с виртуалния преподавател и първоначалните му познания в областта [Russell&Norvig 1995].

### Оценяване и обратна връзка

**Модулите Оценяване и Обратна връзка** е пряко свързан с модула **Области на познанието** тъй като оценяването се извършва именно по същите области от познанието. Те не са съществуващи независимо.

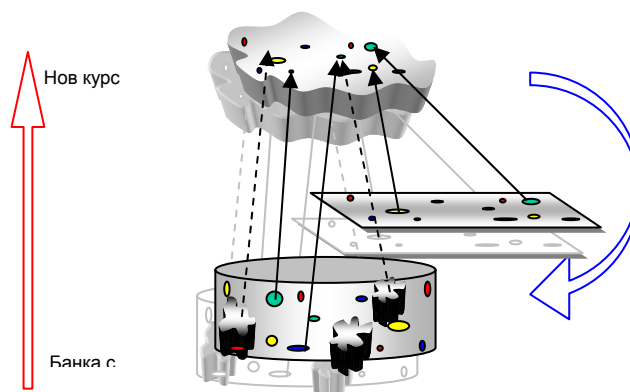
Оценяването в модела <L|ERTAP> използва CAT, които точно идентифицират пропуските. От основно значение за работата на модела е изграждането на хранилището от учебно съдържание и съответната му банка с въпроси.

В настоящия труд е представен и усъвършенстван моделът за агрегация на електронно съдържание, като е добавен един нов слой към съществуващия, който отговаря за въпросите към учебния материал.

След създаването на хранилище от учебни материали изграждащите SEO създават банка от въпроси на най-ниско ниво и да се следва структурата на изграждането на хранилището с учебни материали. Банката трябва да е с калибрирани въпроси и да има **еднозначно обратимо съответствие между темите в курса и въпросите към съответните теми**, за да може във всеки един момент да се знае по коя тема се работи.

На фигура 3.4 е илюстрирано изграждането на слоя с въпросите. Както един курс се изгражда с материали от ресурсната банка и други източници, така се получава и с

новата банка с въпроси към съответния курс като се следва правилото за еднозначно съответствие между въпроси и теми. След създаване на банка с въпроси за курс – тези въпроси, които не са съществували в основната банка от въпроси се добавят в нея.



Фигура 3.4 Слой от въпроси към учебното съдържание

Банката с въпроси препокрива хранилището с учебни материали и връзката между тях е описанието на отделните елементи с метаданни.

### Описание на учебни обекти и въпроси

Метаданните, с които трябва да се описват въпросите, трябва да са разделени на два типа [Ibraheem и колектив 2003]: описателни и психометрични (таблица 3.1). Банката с въпроси е част от този модул.

Таблица 3.1. Метаданни на учебни обекти и въпроси

Метаданни на учебни обекти	Метаданни на въпроси
<b>Предмет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ цели</li> <li>○ учебна тема</li> </ul> <b>Съдържание</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ тип данни: текст, видео,</li> </ul>	<b>Описателни метаданни</b> <b>Предмет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ цели</li> <li>○ учебна тема</li> </ul> <b>Характеристики</b>

аудио, ... ○ процедурен тип: задачи, примери, упражнения <i>Оценяване</i> ○ тест, въпроси, упражнения ○ критерии за оценяване <i>Идентификационен номер</i> <i>Авторство</i> <i>Дата на създаване</i>	○ тип: да/не, много въпроси ○ време за изпълнение ○ брой опити ○ ниво на трудност ○ отговор на въпроса ○ брой точки за въпрос <i>Идентификационен номер</i> <i>Авторство</i> <i>Дата на създаване</i> <i>Психометрични метаданни</i> ○ параметър на сложност ○ дискриминативен параметър ○ параметър – налучкване
--	---

**За успешно завършване на даден курс се счита, ако обучаемият покрива определени критерии.** Когато се използват системи за електронно обучение е възможно да се оценява наученото автоматично чрез надеждни тестове, които да установят успеваемостта на обучаемите. В СЕО е възможно автоматично да се оцени постигнатото от обучаемия с помощта на САТ, основани на IRT както бе показано във втора и трета глава на настоящата работа. При този начин на оценяване има индивидуален подход към обучаемите, което води до по-добра им мотивация за обучаемите ([Paracharissi&Rubin 2000]; [Petty&Cacioppo 1984]).

### **Банка с въпроси**

Създаване на банка с въпроси е важен момент от работата с тестове. За измерване на успеваемостта на обучаемите, трябва въпросите да представляват учебния материал. Калибрираните въпроси осигуряват систематизирана спецификации по тяхната важност, следват йерархичната структура на учебния материал и нивата на сложност на учебния материал - класификацията от начинаещи – до напреднали.

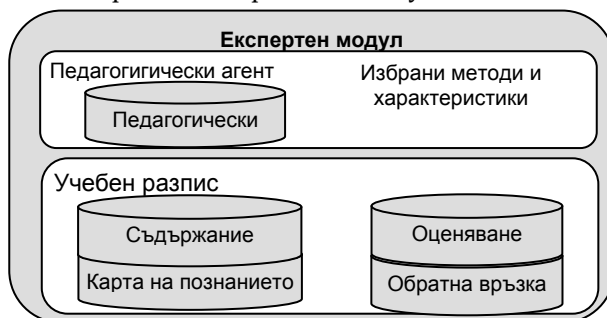


Моделът за играждане на една банка с въпроси е една измервателна система, която конструира емпирична рамка отнасяща се за описване на учебния материал. Когато всеки един въпрос е написан така че да представя елемент от учебния материал в отделна точка от променливата, тогава всеки въпрос илюстрира познание, умение и поведение, което е определено точно в тази точка. Калибрирането на всеки въпрос го отнася към съответната част от учебния материал и ги дефинира като неразделни части.

Подредбата на въпросите от лесни към трудни създава нов вид на съответствие между въпросите и учебния материал. Такова съответствие не съществува при импровизирани тестове.

### Модул - Експерт

Модулът експерт (фигура 3.5) е най-комплексният и съответства на стратегията на преподавателя. Експертният модул включва разглежданата в курса областта и описва структурата ѝ, представена с онтология. Експертният модул се състои от две част: **Педагогически агент** и **Учебен разпис**. В първия са заложи педагогически методи и методологии на обучение, а втория –разпределението на учебното съдържание в процеса на обучението.



Фигура 3.5 Експертен модул

В процеса на обучение последователността на темите от материала може да се обновява. Секциите **Оценяване** и **Обратна връзка** отговарят на съответните модули от цялостната система, където се съхраняват данните за обучаемите. В тези две секции се осъществява съответствие между въпросите, за които обучаемият има пропуски, и се насочва към учебния материал.

В експертния модул се съдържа хранилището с учебни обекти по теми и банката с въпроси. Педагогическият агент има две главни стратегии за активно проследяване: локален и глобален. **Локалният стратегия** планува предвижването между въпросите по една тема с различни характеристики. Главната цел е да се направи пълен преглед на знанията на обучаемия по дадената тема. Педагогическият агент избира всяко следващо предвижване на обучаеми спрямо:

- анотацията на наличните учебни обекти;
- позицията за тестване на темата в йерархията
- текущия статус на обучаемия: история и качество на представянията на обучаемия

Експертният модули осигуряват възможността за използване на модел за взаимодействие въпроси-съдържание.

### **Административен модул**

**Административният модул** отговаря за поддържане и организиране на административната част от учебния процес. Не е обект на изследването.

### **Алгоритъм за приложение на модел<L|ETAP>**

В архитектурата на адаптивната СЕО са представени някои от възможностите между, които се избира при реализирането ѝ. В тази секция ще се представи по-подробно какво е необходимо за разработване на алгоритъма за САТ.

SAT започва с въпрос средна трудност и произволна тема (от банката с въпроси), които най-добре може да разграничи нивото на изпитванияте. Отговорът на този въпрос се оценява и се преценяват нивото на способности на дадения изпитван и грешката, която се допуска при изчислението. Следващият въпрос е този от банката с въпроси, които най-добре редуцира измерената грешка, свързана с оцененото ниво на способности. Резултат от тази процедура е, че всеки изпитаван получава въпроси (по-лесен или по-сложен), отговарящи на неговите знания, а от това следва, че ефективността на теста е по-добра и проблема с умората, невниманието, отегчението, апатията са редуцирани.

При тестване на контролни точки въпросите могат да са само от областта на контролната точка, но когато изпитването е на тест, темите се задават по случаен начин

За целите на настоящата работа за край на SAT процеса се използва разликата две съседни нива на знания да е по-малка от  $\Delta$  - прецизиране на теста.

### **Основни изводи към глава 3**

Основната цел на настоящия дисертационен труд е да се създаде модел за адаптивно управление на SEO и бъде разработен алгоритъм за прилагането му. В настоящата глава се представя реализирания модел <L|ETAP>.

Въведени са основните понятия на модела: **L** - стил на учене (Learning style); **E** - вектор с оценките (Evaluation vector); **T** – времето, през което обучаемият е активен в системата (Time); **A** – взаимодействието на обучаемия със системата (Action types); **P** – контролни точки по време на учебния процес (control Points).

Представени са действието на модела: проследяването на взаимодействието на обучаемият със системата (T, A),

провеждането на тест в контролните точки (Т, А, Р) и оценяване на успеваемостта.

Дефинирани са основни средства за:

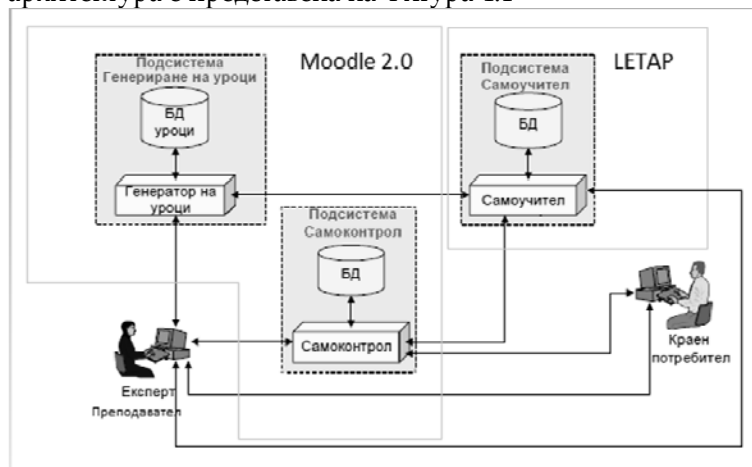
- **оценяване**  $N$  мерен вектор на състоянието на обучаемия и критерий за преминаване на по-горно ниво
- **проследяване** на обучаемите – интелигентни агенти (Дефиниция 3.2) и планиращи агенти
- **съответствието** между хранилището с учебния материал и банката с въпроси, реализирано с метаданни и концептуални карти

Описана е адаптивната СЕО като взаимодействие между седем модула. Представени са особеностите на всеки модул и варианти, между които може да се избира при реализиране на модела.

Представен е алгоритъма за оценяване на успеваемостта на обучаемите с САТ, основани на IRT – основен алгоритъм в <L|ETAP>. Описано е и оценяването на параметрите в трипараметричния модел на характеристичната крива за положителен отговор на въпрос. Избран е този модел, защото отчита възможността за *налучкване* на отговор.

## Глава 4. Описание на прототипа на модел <L|ETAP>

Прототип на <L|ETAP> е реализиран като самостоятелен модул на SEO – MOODLE 2.0. Обща архитектура е представена на Фигура 4.1



Фигура 4.1. Архитектура на SEO

Подсистемата *Генериране* на уроци е предназначена да генерира подходящия, за конкретното ниво на обучаемия.

Подсистемата *Самоконтрол* е предназначена за база на предварително създадени шаблони да генерира тестове, да обработва резултатите от тяхното решение, да съхранява статистика от провеждания контрол за конкретния обучаем.

При реализацията на тези две подсистеми се използват принципите, алгоритмите и програмите заложи в системата Moodle 2+.

Подсистемата *Самоучител* е предназначена да създава и модифицира потребителски модели на базата на техните профили, историята на учебния процес,

проведен на самата система и индивидуалните им предпочитания за обучение по конкретни теми.

#### **Основни изводи към глава 4**

Последната задача на дисертационния труд е: да се **създаде прототип** на формалния модел <L|ETAP> като софтуерен модул в системата с отворен код MOODLE 2.0 като се базира на **проектираня** алгоритъма за приложение на предложения формален модел в система за управление и организация на курсове от секция 3.3.

В тази глава е представен реализирания прототип. Не е разработвана цялостна CEO, а се използва системата с отворен код MOODLE 2.0 и прототипа на модел <L|ETAP> допълнителен модул в нея.

В настоящата глава е представен интерфейса на протипа с множество илюстрации за отделни изгледи и възможности за настройка – както профила на обучаемия, така и за създаване на базата от въпроси и задаване на коефициентите на трипараметричния модел, който описват характеристикната крива от IRT.

Описаното в тази глава е само един протип на модела за адаптивно управление. Възниканаха затруднения със съвместяването му в MOODLE тъй като тази система не е проектирана като адаптивна CEO и беше нужно да се направят някои компромиси при реализиране на прототипа. В настоящия момент обучаемият може сам да смени стила си на учене. Прототипът изчислява нивото на знания на обучаемия.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящата дисертация бяха изследвани проблеми, свързани с адаптирането на системи за подпомагане на учебния процес към обучаемите - техният стил на учене и постигнати резултати.

Основните цели и задачи на дисертационния труд налагат проучването на областта на ЕО от педагогическа, оценяваща и организационна гледна точка. По време на работата по дисертацията са направени голям брой изследвания и тествания на разработения алгоритъм

Въведени са нови термини и са разширени съществуващи дефиниции.

Предложен е нов модел за адаптивно управление <L|ERTAP>, който зависи от. Предложен е алгоритъм за приложение на модела.

Получени са убедителни резултати по основните цели и е разработено решение на всички поставени конкретни задачи. Резултатите са публикувани на престижни научни конференции и в авторитетни научни издания.

## АВТОРСКА СПРАВКА

В настоящата секция се описани приносите и публикациите, свързани с дисертацията.

### Научни и научно-приложни приноси

Настоящата дисертация изследва проблема за адаптиране на системите за подпомагане на учебния процес за персонализиране към потребностите и знанията на обучаемите и докладва резултатите за адаптиране на системи като резултат от знанията, действията и поведението на обучаемия в система за ЕО. Основните приноси на настоящия дисертационен труд са следните:

Изследвани са модели и методи за адаптиране на системи за ЕО и е разработен **модел на експертния модул** в система за ЕО – най-комплексния, съставен от две части педагогическа и учебно съдържание. Този модул е свързан с почти всички модули на системата и е водещия при адаптивното взаимодействие на система за ЕО. Резултатите са докладвани на научна международни конференции [*Kovatcheva&Okamoto 2008*] и [*Kovatcheva, Nikolova, Stefanova 2010*]. Резултати от проучването в насока използване на мрежата за учене-поведение на потребителите и нужди са публикувани в списание [*Kovatcheva, Kommers, 2004*] и [*Nikolov, Yankova, Todorova, Kovatcheva 2011*];

Разработен е формален модел на **модула обучаем <L|ETAP>**, който проследява особеностите на обучаемия: стил на учене; теми, през които е минал в процеса на учене; степен на усвояване на учебния материал – вектор с оценките; дейността му и времето му в системата за ЕО. Резултатите са публикувани на престижна конференция [*Kovatcheva, Nikolov, Okamoto 2010*];

Разработен е **формален модел** за взаимно-однозначното съответствие **между банката от въпроси за САТ**, описани с IRT, и **хранилището с учебно съдържание**. Този модел



осигурява точно идентифициране на пропуските на обучаемите и ги насочва към темите от учебния материал, които да подобрят след оценяване. Моделът за съответствие се базира на съответствие в метаданните при описание на учебните материали и въпроси. Резултатите са публикувани в престижно списание [Kovatcheva, Nikolov 2009];

Разработен е алгоритъм за прилагане на формалния модел <L|ETAP> му за **адаптиране на системи** за ЕО към знанията и стила на учене на обучаемите. Резултатите са публикувани на престижни конференции на няколко етапа спрямо развитието на модела първоначалния модел в [Boytcheva&Kovatcheva 2005] и финалния формален модел [Kovatcheva, Nikolov, 2008] и е под печат в петата Благанска конференция по информатика BCI'12 [Kovatcheva 2012];

Разработване на **прототип на модела <L|ETAP>** към съществуваща система за ЕО – MOODLE 2.0.

### Приложни приноси

Като част от дисертацията са представен инструмент, описан в глава 4, които може да бъде имплементиран при всяка инсталация на MOODLE 2.0. Той е част от публично достъпния инструмент с отворен код: <https://docs.google.com/folder/d/0B5Cz-r5w4jYMNfFdGNHFad3p6SnM/edit>

### Публикации, свързани с дисертационния труд

1. Kovatcheva E., (2012) <L|ETAP> **model for an Adaptive Tutoring System** In proceeding of *5th Balkan Conference in Informatics*, 16-20 Sept, Novi Sad, Serbia (in print)
2. Nikolov, R, Yankova, I, Todorova, T., Kovatcheva., E (2011), **New Paradigm in Library and Learning**, In proceeding of *LICT and quality of education: UNESCO associate school – on the road of school of future, Int. conf. UNESCO IITO and Associate Schools of UNESCO*, 26-27 April, Kzan, Tatarstan, ISBN 978-5-93593-145-2, pp48-57

3. **Kovatcheva E., Nikolov R., Okamoto T (2010) The User Profile Constructive Model for a Web-Based Intelligent Tutoring System**  
In proceedings of *ICERI2010 Conference*, 15th-17th November  
Madrid, Spain, pp 004204 – 004210, ISBN: 978-84-614-2439-9
4. **Kovatcheva E., Nikolova N., Stefanova E. (2010) Collaborative creativity of learners and teachers - learning by e-communication,**  
In proceeding of *International conference on E-Learning and the Knowledge Society, e-Learning'10*, Riga, 26-27 August, ISBN 978-9984-30-181-5, JUMI, Riga, Latvia, pp 209-214  
Публикацията е цитирана 1 път.
5. **Kovatcheva,E., R.Nikolov, R., (2009) An adaptive feedback approach for e-learning systems,** *IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, Vol. 4, No. 1/2, June, pp.55-57
6. **Kovatcheva E. & Roumen N., (2008) Design of an e-Learning System for Accreditation of Non-Formal Learning,** ed. Dr Dan Remenyi, In *Proceeding of the 7th European Conference on e-Learning*, Agia Napa, Cyprus, 6-7 November, book2 pp. 1-7  
Публикацията е цитирана 1 път.
7. **Kovatcheva E., Okamoto T., (2008) The Framework and Prospective Design for Web-Based Intelligent Tutoring System,**  
In proceedings of *Seventh IASTED, Int Conf on Web-Based Education*, March 17-19, Innsbruck, Austria, Proceeding ed. V. Uskov pp 82-86
8. **Boycheva S., Kovatcheva E., (2005). Development of Adaptive e-Learning System Based on Learning Objects,** In proceedings of *International Conference on E-learning* , 6-7 Sept, Berlin, Germany. pp. 245-254  
Публикацията е цитирана 4 пъти.
9. **Kovatcheva E., Kommers P., (2004), Web-based youth communities in the light of cyberspace psychology,** *International Journal of Web Based Communities (IJWBC)*, Vol.1 - Issue 1, pp. 46 – 57  
Публикацията е цитирана 4 пъти.