



ИНСТИТУТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

Олег Петров Илиев

**МЕТОДИ И МОДЕЛИ ЗА ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ НА
ТЕМАТИЧНО-ОРИЕНТИРАНО УЧЕБНО СЪДЪРЖАНИЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен
"доктор" по професионално направление 4.6. Информатика и компютърни
науки, специалност „Информатика“

Научен ръководител: проф. д-р Радослав Йошинов

София

2020

Съдържание

I.	Обща характеристика на дисертационния труд.....	4
I. 1.	Актуалност на проблема	4
I. 2.	Обект, предмет, цел и задачи на изследването	5
I. 3.	Структура и обем на дисертационния труд.....	7
II.	Преглед на съществуващи модели и теории, използвани в процеса на обучение, както и начините за тяхното софтуерно представяне	9
II. 1.	Модели и методи използвани в процеса на обучение	9
II. 1. 1.	Таксономия на Блум.....	9
II. 1. 2.	Стилове на обучение – теория за обучение посредством преживяване.....	10
II. 1. 3.	Цикъл на обучението на Колб	10
II. 1. 4.	Стилове на обучение на Хъни и Мъмфорд.....	11
II. 1. 5.	Персонализиране на учебното съдържание, спрямо когнитивните възможности и предпочитания на учащите	12
II. 1. 6.	Значение на учебните цели в процеса по обучение	12
II. 1. 7.	Модел на учебно съдържание	12
II. 2.	Софтуери архитектури и адаптация на тяхното използване в електронни системи за обучение	13
II. 2. 1.	Електронна учебна система (eLearning system).....	13
II. 2. 2.	Принципи и изисквания използвани при проектирането на надеждни софтуерни архитектури	14
II. 2. 3.	Валидация и верфикация на концептуални модели.....	17
III.	Модел за изготвяне на персонализирани учебни материали от тематично ориентирано съдържание	18

III. 1.	Сегрегиране на учебното съдържание според модела определен в Таксономията на Блум.	18
III. 2.	Източници на информация за създаване на учебни материали	18
III. 3.	Структури и компоненти, осигуряващи грануларност и многократно използване на ресурсите в хранилище за учебното съдържание.....	18
III. 4.	Обвързване на структурата на учебния материал с персоналните предпочитания на учащите	20
III. 5.	Възможност за събиране на обратна връзка и мотивация на обучавани и обучаващи.....	22
IV.	Оценка на генерираното тематично-ориентирано и персонализирано учебно съдържание чрез метод на А/Б тестване	23
V.	Софтуерна архитектура на система за обучение с персонализирано на тематично-ориентирано учебно съдържание	24
V. 1.	Концепция на скалирането при разработката на софтуерни среди	24
V. 2.	Компонентно-ориентирана архитектура	24
V. 3.	Обобщение на проектираната софтуерна архитектура и предвидените етапи на развитие на система за обучение чрез персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание	27
VI.	Начини за установяване на потребителската идентичност в система за обучение.....	29
VII.	Валидация и верификация на методите и моделите за персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание	32
VIII.	Потенциални проблеми и бъдеща работа	33
	Приноси на дисертационния труд	35
	Заклучение и изводи	36
	Библиография	39
	Списък на използваните изображения	43
	Списък на използваните таблици	43
	Научни публикации на автора по темата на дисертационния труд	44
	Цитирания на научните публикации по темата на дисертацията	45

I. Обща характеристика на дисертационния труд

I. 1. Актуалност на проблема

Електронните системи за обучение придобиха изключителна популярност в последните 5 години. Те предоставят възможност на обучаващи да споделят своите знания лесно и бързо с хора, които дори може да не се намират близо до тяхното географско положение. Информационните системи допълниха многократно методите за предоставяне на знания и учебни материали по нов и по-лесен за достъпване от обучаващите начин. Предимствата за учащите също са много – те не просто могат да получат новия знания и да участват в различни учебни процеси без да напускат дома или офиса си, но също така да получат сертификат, удостоверяващ успешното завършване на някакво обучение.

Този дисертационен труд представя възможности за подобряване на процеса на обучение, използвайки методи и модели за персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание. Целта му е не просто да оптимизира времето необходимо на учащите да придобият нови знания, но и да направи усвояването на знанията по-лесно като се подходи персонално към учащите и учебното съдържание се представи спрямо най-подходящия за тях стил на обучение.

Използването на повлияни от развитието на технологиите методи и модели позволяват адаптирането и комбинирането на съществуващи научни концепции за стиловете на обучение на Хъни и Мъмфорд и таксономията на Блум.

Отчита се изпреварване на развитието на технологиите и предимствата, които те биха могли да предложат, пред това на системите за обучение. В технологичен аспект модерните системи за обучение са изключително изостанали. Те не са гъвкави за допълнително развитие, не предоставят начини за преизползване на създадено учебно съдържание и не осигуряват надеждност на процеса по обучение, валидирайки всичко в него, в това число и участниците, определени като ресурс от преподаватели и учащи.

Предизвикателство пред всяка нова система, включваща нови модели и методи за предоставяне на знания, е валидирането и верифицирането на правилната ѝ работа, както и възможността за събиране на обратна връзка от учащите. Това не е силно застъпено в съществуващите решение за обучение, а в същото време е опорна точка на много други начинания в модерния свят, които дори се стремят да се само-валидират, само-верифицират и подобряват в зависимост от събираната обратна връзка. Всяка

секунда мобилните устройства, с които работим събират данни за представянето на решенията, използвани върху тях, но системите за обучение игнорират този аспект на развитие.

I. 2. Обект, предмет, цел и задачи на изследването

Обект на изследването са средите за електронно обучение, където чрез използването на съвременните информационни и комуникационни технологии се осигурява поддръжката на многообразие от организационни форми и модели за оценяване на обучаеми. Тези среди предоставят големи количества учебно съдържание, осигуряват възможности на всеки да се превърне в обучаващ или обучаван, а в последните години дори удостоверяват завършването на обучение с издаване на някакъв вид сертификат. На фона на тези предимства обаче, електронното обучение е силно лимитирано предвид необходимостта от създаване на учебно съдържание от нулата всеки път в един и същи контекст, без да се осигури възможност за преизползване на вечесъществуващи ресурси. Нещо повече, изготвяното в тях съдържание не предоставя възможност да бъде персонализирано, а самите софтуерни среди често страдат от проблеми със своето скалиране.

Предмет на изследването е идентифицирането на възможностите за използването на модерни методи, адекватни модели и софтуерна среда, като средство за проектиране и разработване на автоматизирано изготвяне на персонализирани, спрямо стила на обучение на учащите, учебни материали, от тематично ориентирано образователно съдържание, в това число осъществяване на:

- модернизирание на обучението, което да предоставя възможност за персонализирано представяне на учебния материал, съобразен спрямо индивидуалните когнитивни възможности на обучаемия;
- ефективно създаване на учебни материали, получени чрез агрегирането на учебно съдържание, подредено следвайки добре познати и доказали правилната си работа парадигми;
- използване на ефективни методи за подобряване на производителността на обучаваните, при усвояването на нововъзприетите от тях знания;
- ефективно управление, обслужване и поддръжка на процесите на преподаване и оценяване;
- интегриране на информационните и комуникационни технологии в процеса на преподаване в различни предметни области;

- разработване на софтуерна среда за създаване на учебно съдържание, позволяващо преизползване и индексирание, както и автоматизирано изготвяни персонализирани учебни материали;
- разработване на модел за сигурна автентикация на потребителите, който да преодолява основните недостатъци на голяма част от системите за автентикация, както и възможно за идентификация на потребителската идентичност;

Цел на дисертационния труд е след анализ на новите форми на обучение в информационното общество, на ефективните организационни структури в областта на образованието и на стандартите за електронно обучение да се стигне до създаване на ефективен модел, въз основа на който да бъде проектирана софтуерна среда, предлагаща ефективна архитектура за „хранилище“ на учебно съдържание, посредством което да бъде осигурено автоматизираното изготвяне на персонализирани учебни материали от тематично ориентирано образователно съдържание, а също така и предоставяща модерен начин за мотивация на обучаващи и обучавани.

Анализът на литературата и опитът от прилагането на добре познати и доказали ефективността си модели и парадигми в областта на образованието, както и на модерни елементи от други области, водят до следното структуриране на задачите за постигане на тази основна цел:

- аналитично изследване актуалните среди за електронно обучение в информационното общество;
- анализ на доказали ефективността си концептуални модели за формиране на процес на обучение.
- разработка на архитектура за описание на информационните обекти в „хранилищата“ за учебно съдържание.
- разработване на схема, интегрираща параметри за валидация и верификация на модела за изготвяне на персонализирани учебни материали, ориентирана към постигане на ефективно и качествено предаване на знания към учащи с различни когнитивни възможности
- на базата на създадените модели и алгоритми да се проектира софтуерна среда, чрез която да се създава учебно съдържание, позволяващо преизползване и индексирание, а също така и автоматизирано изготвяни персонализирани учебни материали.

- Разработване на модел за сигурна автентикация на потребителите, който да преодолява основните недостатъци на голяма част от системите за автентикация, както и възможно за идентификация на потребителската идентичност

I. 3. Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е изложен в 145 страници и съдържа 16 таблици и 35 фигури. Той включва увод, 8 глави, списък на използваната литература от 49 литературни източници, списък на 7 публикации на автора, свързани с представения дисертационен труд и списък с цитирания на автора.

Глава I. Обект, предмет, цел и задачи на изследването дефинира обекта и предмета на изследването и очертава целите пред дисертационния труд, като поставя задачи за постигане на всяка от целите. Разработената тема има научни и научно-приложни аспекти.

Глава II. Преглед на съществуващи модели и теории, използвани в процеса на обучение, както и начините за тяхното софтуерно представяне има обзорно-аналитичен характер и представя съвременни методи и подходи за персонализирано доставяне на учебното съдържание спрямо когнитивните възможности, предпочитания и стил на учене на обучаемите. Анализирани са компоненти като учебни цели, модел на учебното съдържание, учебни обекти в контекста на преизползването на учебното съдържание, както и фундаментални концепции и модели като Таксономия на Блум, цикълът на обучение на Колб и стиловете за обучение на Хъни и Мъмфорд. Този анализ предоставя основа за създаване на модел за автоматизирано изготвяне на персонализираните учебни материали от тематично ориентирано учебно съдържание. Направен е преглед на основни характеристики, особености, проблеми и недостатъци на конкретна среда за електронно обучение. Очертани са възможности за преодоляване на тези недостатъци посредством обвързаност с етапа на „зрялост“ и развитие на средите. Разгледани са различни начини за валидация и верификация на концептуални модели през софтуерната им имплементация.

В Глава III. Модел за изготвяне на персонализираните учебни материали от тематично ориентирано съдържание е представен модел за изготвяне на персонализираните учебни материали от тематично ориентирано съдържание, който осигурява многократно използване на базови учебни обекти и създаване на нови учебни ресурси, персонализираните спрямо специфичните когнитивни възможности на учащите. Моделът обвързва адаптираната версия на Таксономията на Блум със стиловете на обучение на Хъни и Мъмфорд с цел създаването на целевите учебни материали. Главата описва още

процеса на проектиране на структури и компоненти, осигуряващи грануларност и многократно използване на ресурсите в хранилище за учебното съдържание. Създадени са алгоритми и методи за автоматично генериране на учебни материали и възможност за събиране на обратна връзка за качеството на обучението.

Глава IV. Оценка на генерираното тематично-ориентирано и персонализирано учебно съдържание чрез метод на А/Б тестване описва ефективността на представения модел и това как тя е валидирана чрез експеримент с реални субекти. Тази секция представя анализ на резултатите от експеримента.

Глава V. Софтуерна архитектура на система за обучение с персонализирано на тематично-ориентирано учебно съдържание представя разработената „концепция на скалирането при разработката на софтуерни среди“ – универсален наръчник, използван при планиране на етапите на развитие на софтуерните среди. Тя очертава 7 етапа в развитието на среда за обучение, както и какво трябва да се съобрази при всеки един от тях. Нещо повече, в тази глава е представен разработения е нов вид гъвкава софтуерна архитектура и инфраструктура, както и метод за обновяване на версията на средата.

Глава VI. Начини за установяване на потребителската идентичност в система за обучение дефинира абсолютна необходимост от осигуряването на възможност за верификация на потребителската идентичност на всички участници в процеса по обучение – учащи и обучаващи. В нея се представя метод за идентифициране на потребителя, който да има юридическа тежест и освен да елиминира възможността за компрометиране на процеса по обучение, да осигури възможност за издаване на официални удостоверения за завършено обучение.

Глава VII. Валидация и верификация на методите и моделите за персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание излага използваните методи за валидация и верификация на разработените като част от дисертацията методи, модели и алгоритми, като по този начин осигурява възможност за потвърждаване на добавената от тях стойност.

Глава VIII. Потенциални проблеми и бъдеща работа разглежда потенциалните проблеми пред заложените в дисертацията модели, методи и проект на софтуерна среда, като допълнително представя потенциални начини за тяхното решение и очертава възможностите за бъдеща работа.

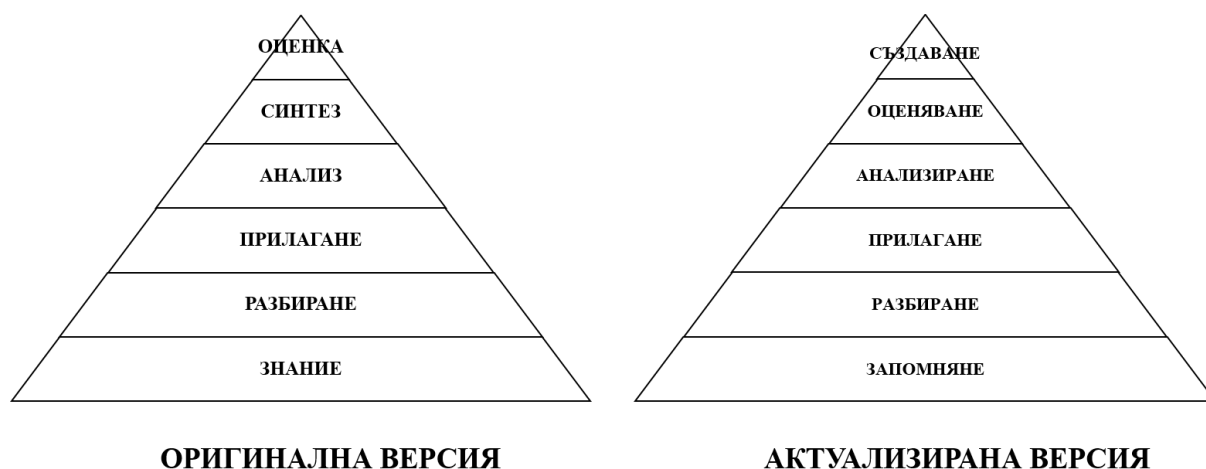
II. Преглед на съществуващи модели и теории, използвани в процеса на обучение, както и начините за тяхното софтуерно представяне

II. 1. Модели и методи използвани в процеса на обучение

II. 1. 1. Таксономия на Блум

Таксономията на Блум е представлява шест-степенна йерархична класификация на когнитивните процеси, които протичат у учащия по време на възприемане на ново познание или умение, с цел достигане на експертност по конкретен въпрос или тема. Целта на този модел е да предложи един нов начин за предоставяне на знания към обучаваните, който включва анализ и оценка на концепциите, процесите, процедурите и принципите, заложи в урока, вместо просто запомняне на факти.

През 1990 г. друга група психолози, водени от Лорин Андерсън – бивш студент на Бенджамин Блум, обновява таксономията, надявайки се да я направят релевантна за разбиранията за обучението през XX век. Актуализацията се състои в няколко привидно малки, но в същото време важни промени в терминологията и структурата. [34]



Фигура 1 : Съпоставка между оригиналната и актуализираната версия на Таксономията на Блум

Всяко едно от шестте нива има собствено име, описващо накратко учебните цели, които трябва да бъдат изпълнени от обучавания, за да премине в следващото ниво, както и набор от глаголи, помагачи на обучавашите да формулират тези цели, посредством въпроси, задачи, примери, определения и други. [34]

В България таксономията е силно застъпена в образованието. Един пример за работа по темата е статията на Христина Костадинова, Георги Тотков, Марияна Райкова, които разработват метод за „Автоматизирано генериране на тестове“ [48].

II. 1. 2. Стиллове на обучение – теория за обучение посредством преживяване

Стиловете на обучение се характеризират с различни методи за усвояване, организирани и разбиране на информацията от страна на индивидите. [17] Те не се занимават с индивидуалните възможности или нивото на интелигентност на обучаваните, а целят да превърнат сложни за тях задачи в лесно изглеждащи, просто адаптирайки метода на представяне на знанията.

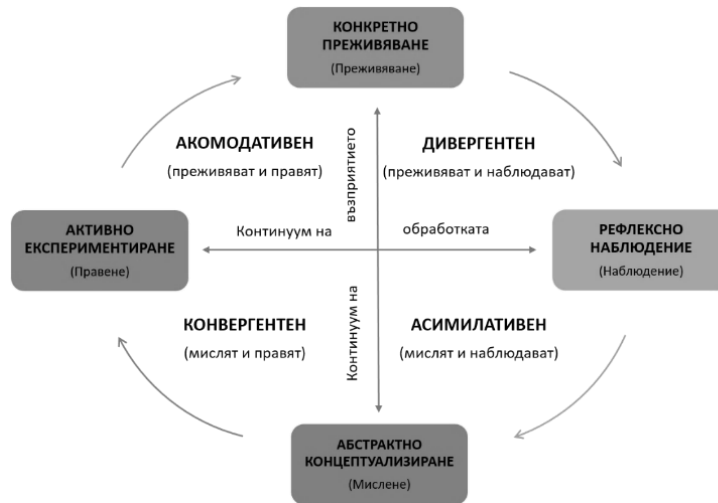
Изследванията и практиката в областта на образованието показват, че обучението може да бъде подобро, когато учебният процес се приспособи към различните стиллове на обучение на учащите [35].

В България съществуват различни разработки, оценяващи прилагането на циклите на обучение според Колб и Хъни и Мъфорд. Така например, Юрий Клисарон изработва „скала за оценяване на стила на обучение“ в своя труд от 2013 [49].

II. 1. 3. Цикъл на обучението на Колб

Моделът за диверсия на обучителни стиллове на Дейвид Колб работи на две нива: четиристепенен цикъл на обучение и четири отделни стила на обучение. Голяма част от теорията се отнася до вътрешните когнитивни процеси, които протичат у обучаемия. [25] Според Колб придобиването на нови знания е резултат от преминаването през различни преживявания – “Обучението е процес, чрез който знанието се създава чрез трансформацията на опита.” [24]

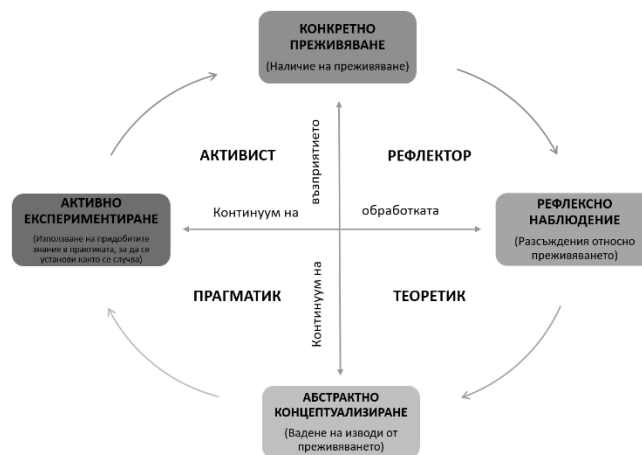
Колб твърди, че множество фактори влияят върху предпочитания стил на обучение от даден човек. [24] Каквито и да са факторите, които влияят върху предпочитанията за стил от обучаваните обаче, те са продукт на две групи променливи, или два вида „избори“, които хората правят. Тези две променливи са представени като оси, внедрени в цикъла. [24]



Фигура 2 : Цикъл на обучението на Колб, разделен на квадратни за различните стилове на обучение

II. 1. 4. Стиливе на обучение на Хъни и Мъмфорд

Въпреки че теорията на Хъни и Мъмфорд е много близка до тази на Колб, между двата модела съществуват някои различия. Така например, те открили, че „Инвентарът за обучителни стилове“ (Learning Styles Inventory – LSI) на Колб не винаги е акуратно приложим. Колб приема за даденост обективното определяне на стиловете на обучение от самите хора – всеки следва сам да определи подходящият за него обучителен стил. [26] В същото време, Хъни и Мъмфорд предлагат т. нар. „Въпросник за определяне на стила на обучение“ (Learning Styles Questionnaire - LSQ), тъй като считат, че хората никога не са се замисляли по какъв начин възприемат нови познания. [26] С помощта на този въпросник, хората да определят съвсем точно подходящият за тях стил на обучение.



Фигура 3 : Адаптиран цикъл на обучение на Хъни и Мъмфорд

Отново, както в цикълът на Колб, този цикъл е разделен на четири квадранта. В зависимост от типа стил на обучение – това в кой квадрант попада, учащият следва да започне от различен стадий на цикъла.

II. 1. 5. Персонализиране на учебното съдържание, спрямо когнитивните възможности и предпочитания на учащите

Изборът на подходящ за обучавания стил на обучение предоставя възможност за персонализиране на учебния материал, целящ повишаване на производителността.

II. 1. 6. Значение на учебните цели в процеса по обучение

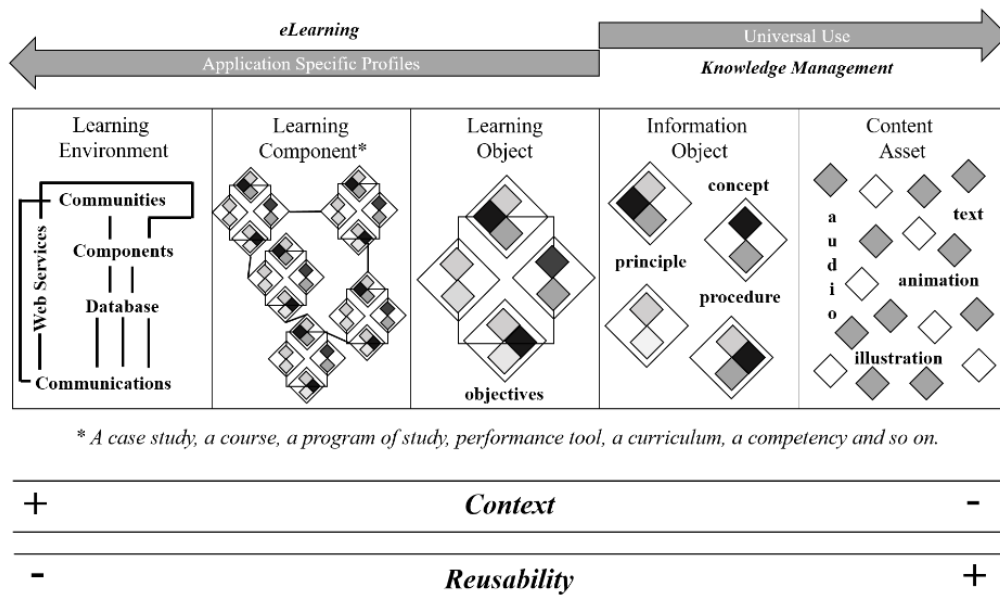
Учебните цели определят целия процес по обучение. Правилното приоритизиране на целите и задаването на зависимостите между тях подобряват ефективността на обучението. На база тези цели се определят и стратегиите, които да бъдат интегрирани в обучението. Контекстът на самото обучение също трябва да се зададе правилно и целите да се съобразят с него.

II. 1. 7. Модел на учебно съдържание

Моделът на учебно съдържание [5] илюстрира концепцията за асемблиране на съдържанието в обекти от по-високо ниво. Учебните обекти са съставени от информационни обекти, които са построени в йерархична структура и по този начин формират колекции от информация, за да създадат курсове или цели учебни програми. Този модел описва грануларността на учебните обекти и представя нейната изключителната важност когато става въпрос за преизползване на съдържанието. [6]

Фигура 6 илюстрира основните компоненти на моделът на учебно съдържание според Вагнер [5]:

CONTENT



Фигура 4 : Основни компоненти на моделът на учебното съдържание [5]

Общоприето е, че съществува връзка между размера на учебния обект и възможността за неговото преизползване. Това може да се види и на Фигура 6. Добре гранулираните учебни обекти и компоненти имат потенциала да бъдат гъвкаво асемблирани в нови учебни обекти, докато цели курсове не са подходящи за използване в различен контекст. [6]

II. 2. Софтуери архитектури и адаптация на тяхното използване в електронни системи за обучение

II. 2. 1. Електронна учебна система (eLearning system)

Информационните и комуникационните технологии отвориха нови хоризонти и възможности за обучение и преподаване. Те преодоляват проблемите и ограниченията на традиционните подходи. В електронните учебни системи традиционните форми на обучение са обогатени с нови възможности, които имат силна технологична основа. Те представляват цели инфраструктури за електронно обучение, които позволяват разработването, управлението и предоставянето на усъвършенствани учебни услуги по всяко време и навсякъде [6].

Електронните учебни системи могат да бъде разделена основно на два типа, определени според тяхната инфраструктура и предназначение – Системи за управление на учебно съдържание (СУУС) и

Системи за управление на обучението (СУО). В модерните електронни учебни системи обаче, тези две функции често се смесват в една обща „супер“ система.

II. 2. 2. Принципи и изисквания използвани при проектирането на надеждни софтуерни архитектури

II. 2. 2. 1. Принципи, инструменти и изисквания споделени между всеки вид софтуерна архитектура, използвана за проектиране на уеб приложения

За да предразполага разширяване, надеждност и лесна поддръжка, всеки един от долните принципи и атрибути трябва да бъде използвани при нейното проектиране.

- Система за контрол на версиите (Version control)
- Слаби връзки между отделните компоненти на едно софтуерно приложение (Tight coupling and Loose coupling)
- SOLID принципи
 - Принцип за единствена отговорност (Single responsibility principle)
 - Принцип отворен/затворен (Open-Closed principle)
 - Принцип на заместване на Лисков (Liskov substitution principle)
 - Принцип за разделяне на интерфейсите (Interface segregation principle)
 - Принцип на обръщане на зависимостите (Dependency inversion principle)
- Инверсия на контрола (Inversion of Control – IoC)
- Трислойна архитектура
- REST (Представителен трансфер на състоянието – Representational state transfer) архитектура
- Тестване – въвеждането на тестване и функционални тестове (компонентни тестове, автоматизирани „край-до-край“ тестове и интеграционни тестове)
- Логване
- Кеширане
- Continues Integration/Continues Delivery (CI/CD)

Принципите за използване на максимално слаби връзки между отделните компоненти, в това число разделянето на бизнес логиката, потребителският интерфейс, частта за комуникация с базата данни, както и частта за обработка на потребителските заявки към сървъра, на едно софтуерно приложение, разработката му с обектно ориентирано програмиране, следването на SOLID принципите, както и използването на IoC софтуер разрешават много проблеми на монолитните архитектури. Тези прийоми правят работата по приложенията по-гъвкава, но не решават проблемите за нужда от цялостното обновяване на софтуера дори при малка промяна на само една негова част. Има обаче начин за разрешаване друг проблем с монолитните приложения – натоварването на приложението, което може да го доведе до крах:

- Преминаване от вертикално скалиране към хоризонтално скалиране с „балансьор на натоварването“ (Load balancer)

Недостатък на балансъора на натоварване при монолитните софтуерни приложения е, че той няма пълна ефективност. Така например, в образователна система, най-голямо натоварване бихме очаквали да има за модула за агрегиране на персонализирано учебно съдържание, което би представлявало 70% от натоварването на цялата система. Това означава, че останалите функционалности отнемат само 30% от използваното процесорно време, но използвайки монолитно приложение, следва да добавим в балансъора на натоварване инстанции (огледални копия) на цялата система, вместо да имаме няколко инстанции само за една или няколко части на системата и само една инстанция за частите с по-малко натоварване.

II. 2. 2. 2. Монолитна софтуерна архитектура

Монолитните софтуерни приложения представляват сложни приложения, при които самото приложение е автономно и независимо от други приложения. То съдържа на едно място всички функционалности на софтуера, а също така потребителския интерфейс, бизнес логиката, обработката на заявките от клиента, както и връзката с базата данни. Използването на този вид архитектура изглежда като естествен начин за разработване на едно приложение.

II. 2. 2. 3. Сервизно ориентирана архитектура (Service Oriented Architecture – SOA)

Сервизната архитектура на софтуерните приложения има за цел отделянето на функционалности на приложението в отделни по-малки приложения. Това дава редица предимства на приложенията, в това число: обновяването на една функционалност може да става независимо от

главната част на приложението или други функционалности – така отстраняването на неизправност или обновяването на малка част от системата не изисква обновяване на цялата система; работата по отделните функционалности може да бъде напълно независима – отделни софтуерни екипи могат да работят по отделните функционалности; не е задължително използването на един език за програмиране – всяка отделна функционалност може да бъде създадена на различен език за програмиране, без това да се отрази на останалите функции на система. Друго важно предимство пред монолитната архитектура е, че интегрирането на балансър на натоварване може да става за отделните сервизи, както и за основата част на приложението. По този начин, не е необходимо мултиплицирането на цялото приложение, а само на тези части (сервизи), които имат по-голямо натоварване.

II. 2. 2. 4. Микро-сервизна архитектура

Микро-сервизната архитектура е способ за скалиране на екипи, а не толкова на проекти и системи. Самото въвеждане на микро-сервизи предполага изключително усложняване на инфраструктурата на уеб системата. Необходимо е да се поддържат множество бази данни, множество сървъри, контейнери или друг вид инстанции на системите. Това не би било обосновано за малки проекти и екипи от софтуерни разработчици.

II. 2. 2. 5. Тестване на софтуер

Тестването на софтуер най-често описва процес от проектиране и имплементиране на функционални тестове, като компонентни тестове и интеграционни тестове.

- Компонентни (юнит) тестове
- Интеграционни тестове
- Автоматизирани тестове от типа „край-до-край“

Освен функционалното тестване, в модерните софтуерни решения голяма важност имат и тестовете за натоварване.

- Тестове за натоварване

II. 2. 2. 6. Автентикация и авторизация

Автентикацията и авторизацията са два често използвани термина в контекста на управлението на идентичността и достъпа на потребителите. Въпреки че двата термина звучат по сходен начин те всъщност описват два различни процеса, свързани с осигуряването на сигурността на една система.

Правилното им разбиране и различаването на техните характеристики са ключовете към успешното им имплементиране като част от внедряването на решения за управление на идентичността на потребителя и достъпа до системата [45].

II. 2. 3. Валидация и верфикация на концептуални модели

Верфикация и валидацията са две части на едни цялостен процес за установяването на изправността на даден софтуер. Те се използват в управлението на софтуерни проекти, тестване на софтуер и софтуерно инженерство. Това е процесът, при който софтуерна система отговаря на определени спецификации. Това е и процесът, чрез който софтуерна система изпълнява предвидената цел на своето създаване. Той също е широко известен като процес за контрол на качеството [46].

III. Модел за изготвяне на персонализирани учебни материали от тематично ориентирано съдържание

III. 1. Сегрегиране на учебното съдържание според модела определен в Таксономията на Блум

Таксономията на Блум [2] и нейната актуализирана версия от Лорин Андерсън [3] представят шест-степенна йерархична класификация на когнитивните процеси, които протичат у обучавания по време на възприемането на ново познание или умение, с цел достигане до ниво на експертност по конкретен въпрос или тема. Всяко ниво от таксономията представлява конкретна учебна цел, описана с ключови глаголи, спомагащи на обучаващите да формулират въпроси, задачи, примери, определения и други, свързани с учебните цели. [3] Този модел би могъл да се трансферира към начин, по който обучаващите да създават нови учебни материали – всеки такъв материал следва да е съставен от шест части, необходими за завършване на процеса по възприемане на нови знания и отнасящи се до конкретна учебна цел.

III. 2. Източници на информация за създаване на учебни материали

С цел автоматизирано създаване на учебни материали е необходимо наличието на някакъв вид „хранилище“ (repository) на информация, която да е предварително структурирана и описана, за да може да бъде преизползвана при генериране на учебно съдържание по конкретна тема и в конкретен контекст.

Основно предимството на съществуващите системи за управление на обучения и учебно съдържание е, че те вече разполагат със съдържание. Групи преподаватели, експерти и обучавани, участват в тяхното развиване – генерирайки учебни материали и оценявайки, на база обратната връзка, достоверността и релевантността на тези материали.

III. 3. Структури и компоненти, осигуряващи грануларност и многократно използване на ресурсите в хранилище за учебното съдържание

За да бъде реализиран модела за генериране на персонализирано учебно съдържание, представен в тази дисертация, е предложена специфична структура за описание на учебни материали с набор от метаданни, описани в Таблица 1 и Таблица 2. Благодарение на описанията на информацията с

дескриптори е възможно да се постигне пълна повторна употреба на учебните материали, тяхното индексирание и търсене, както и автоматизираното генериране на учебни материали във връзка с предварително зададена тема [7].

Таблица 1 съдържа дескрипторите, които описват учебния материал на възможно най-високо ниво. Всеки учебен материал (група от малки учебни материали за формиране на информационен обект) трябва да бъде описан с такъв вид дескриптори от създателя му. От друга страна, Таблица 2 описва с метаданни всички единични парчета (учебни обекти) на информационния обект на по-ниско ниво.

Дескриптор	Тип	Пример
Заглавие	Текстово поле	<i>Движение и покой на телата</i>
Ключови думи	Текстово поле	<i>движение на телата, движение и покой</i>

Таблица 1 : Дескриптори, описващи учебен материал на най-високо възможно ниво

Дескриптор	Тип	Пример
Език	Избран от предварително дефиниран списък според ISO 639-1	<i>bg-BG</i>
Учебна цел	Избран от предварително дефиниран списък	<i>Дефиниция</i>

Съдържание	Текстово поле с възможност за добавяне на изображение/видео/аудио или външна препратка	<i>Едно тяло се движи, ако с времето променя движението си спрямо друго тяло. Тялото се намира в покой (то е неподвижно), ако не променя положението си спрямо ориентира.</i>
Ниво на сложност	Ниско/Нормално/Високо	<i>Нормално</i>
Ниво на образование	Избран от предварително дефиниран списък	<i>6-ти клас</i>
Учебен контекст	Избран от предварително дефиниран списък	<i>Човекът и природата</i>

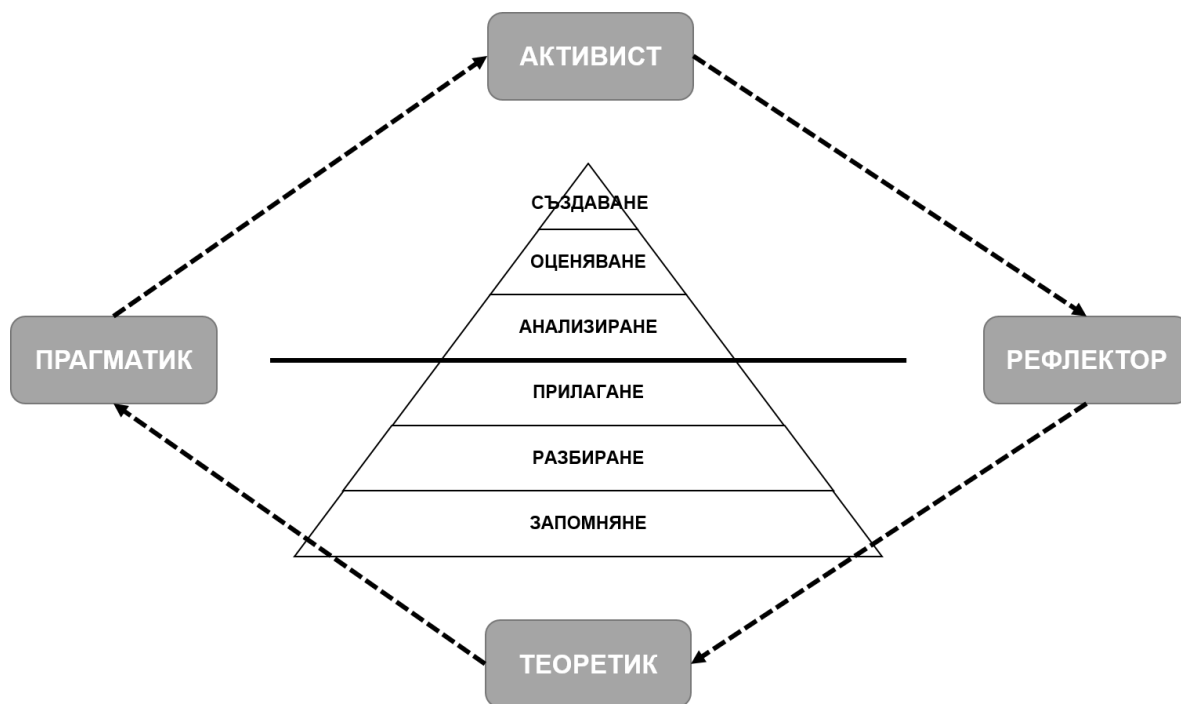
Таблица 2 : Дескриптори, описващи отделните информационни обекти, обвързани с някой учебен материал

Попълване на съдържанието, според тази структура на мета дескрипторите би могла да стане и автоматично като се претърсват вече-съществуващи хранилища с учебни материали от „умна система“, която да разпознава съдържанието на информацията и я класифицира спрямо предложената архитектура. [7]

III. 4. Обвързване на структурата на учебния материал с персоналните предпочитания на учащите

Разделянето на учебния материал по такъв начин, че да се адаптира неговото представяне с Таксономията на Блум би повишило производителността на учащите в процеса по възприемане на нови знания. Тази производителност би могла да се повиши допълнително, ако сегрегираният учебен материал се преаранжира така, че да следва конкретен стил на обучение, подходящ за всеки от различните типове учащи. С други думи, последователността на целите, които следва да бъдат поставени пред учащите, трябва да бъде обвързана с най-подходящия за тях стил на обучение.

В своя статия Джеймс Галахър представя връзка между обучителният цикъл на Колб и таксономията на Блум. [27] Той твърди, че различните стилове на обучение следва да преминат през всички нива на учебния процес, определени от Блум, но в различна последователност. Използва се принципът на обхождане на нивата с последователност по часовниковата стрелка, а за начало на цикъла се използва конкретно ниво, подходящо за различните стилове на обучение. Тази дисертация използва разработката на Галахър, като актуализира заложените в нея модел. Вместо използването на оригиналната Таксономия на Блум се имплементира нейната актуализирана версия, а вместо обучителния цикъл на Колб се интегрира този на Хъни и Мъмфорд (Фигура 8).



Фигура 5 : Адаптиран модел на Галахър, илюстриращ връзката между стилът на обучение, според Хъни и Мъмфорд и целите на ученето, според актуализираната Таксономия на Блум

Последователността на процесите, определени в Таксономията на Блум, през които трябва да преминат хората от всеки стил на обучение, определен според цикъла на Хъни и Мъмфорд, е показана нагледно Фигура 9.



Фигура 6 : Последователност на процесите, определени в Таксономията на Блум, през които трябва да преминат хората от всеки стил на обучение, определен според цикъла на Хъни и Мъмфорд

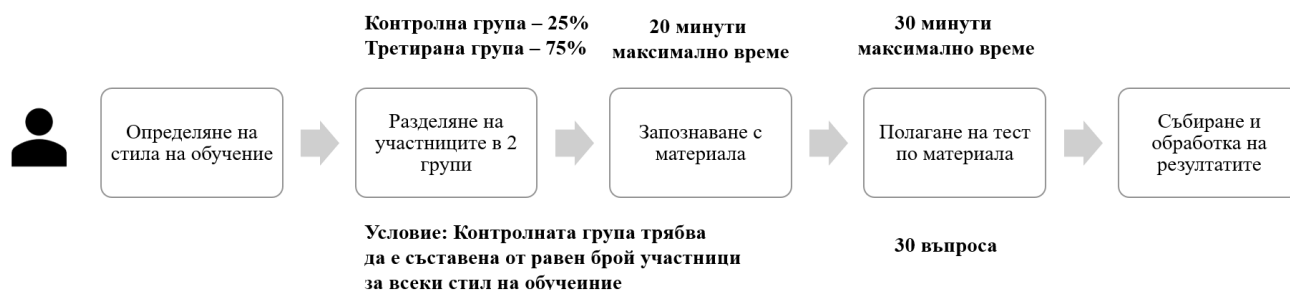
III. 5. Възможност за събиране на обратна връзка и мотивация на обучавани и обучаващи

Предизвикателство пред всеки модел за представяне на нови знания към обучаваните е тяхната мотивация. Тя е от огромно значение за производителността на учащите при усвояването на новите знания. Нещо повече, в модел, който би могъл да изисква ръчното генериране на учебно съдържание от страна на обучаващи, е важно да се обърне внимание и на нивото на мотивация на самите обучаващи, които да бъдат стимулирани да генерират информационни обекти. Потенциално решение на тези два въпроса е т.нар. „геймификация“. Това е направено в два аспекта – от една страна, геймификацията е насочен към генераторите на учебно съдържание – те събират точки, звезди, изкачват се в нива, благодарение на създадените от тях учебни материали и положителната или отрицателната им оценка от страна на други преподаватели, които използват създаденото от тях учебно съдържание или учащи, които се учат посредством това съдържание. От друга страна, геймификацията е внедрен в учебния процес – учащите събират точки, звезди и преминават в нива, според преминатите от тях обучения и резултатите от оценяването им. И двете системи целят поощряване на добрите индивиди, тяхното стимулиране и мотивиране, затова споменатите нива и успехи се публикуват в публични списъци, видими от всички потребители.

IV. Оценка на генерираното тематично-ориентирано и персонализирано учебно съдържание чрез метод на А/Б тестване

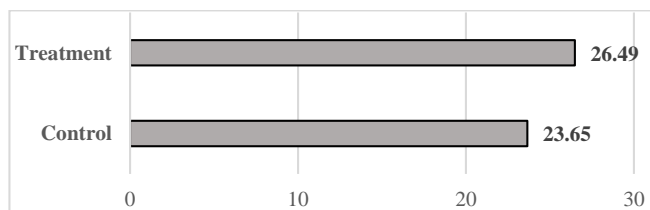
Ефективността на представения модел е проверена чрез експеримент с реални хора – 112 участници на възраст между 13 и 14 години – 7-ми клас, и използване на А/Б тестване. Те са помолени да прочетат учебен материал по Компютърни науки – Блок схеми, подобен на този в изложените примерите, част от дисертацията. В допълнение, участниците са помолени да намерят повече информация по конкретно поставени проблеми в Интернет. Накрая всички участници полагат изпит, който има за цел да провери придобитите от тях знания и умения.

Фигура 7 представя графична илюстрация на процеса използван за провеждане на експеримента.



Фигура 7 : Илюстрация на процеса по провеждане на експеримента

След провеждането на експеримента резултатите (Фигура 20) са внимателно анализирани. В следствие на това е установено, че участниците от третираната група (тези, които получават материала оформен спрямо модела, представен в дисертацията) постигнаха 12% по-добри резултати в сравнение с участниците от контролната група (тези, които получават учебния материал подреден по традиционен начин). Това заключава, че моделът демонстрира обещаващ потенциал и възможност за увеличаване на производителността на учащите.



Фигура 8 : Резултати от експеримента

V. Софтуерна архитектура на система за обучение с персонализирано на тематично-ориентирано учебно съдържание

V. 1. Концепция на скалирането при разработката на софтуерни среди

Представената в тази секция концепция за скалирането е валидна за всеки уеб базиран софтуер и може да служи като наръчник, използван при планиране на етапите на развитие на системите.

Фигура 9 представя концепцията на скалиране на софтуерни решения, разработена като част от дисертацията. В нея се определят 7 стадия на развитието на една система и тяхната последователност, както и задължителните елементи, които трябва да бъдат налични, за да се премине към всеки следващ стадий.



Фигура 9: Етапи на развитие, представени от концепцията за скалиране на софтуерни решения

V. 2. Компонентно-ориентирана архитектура

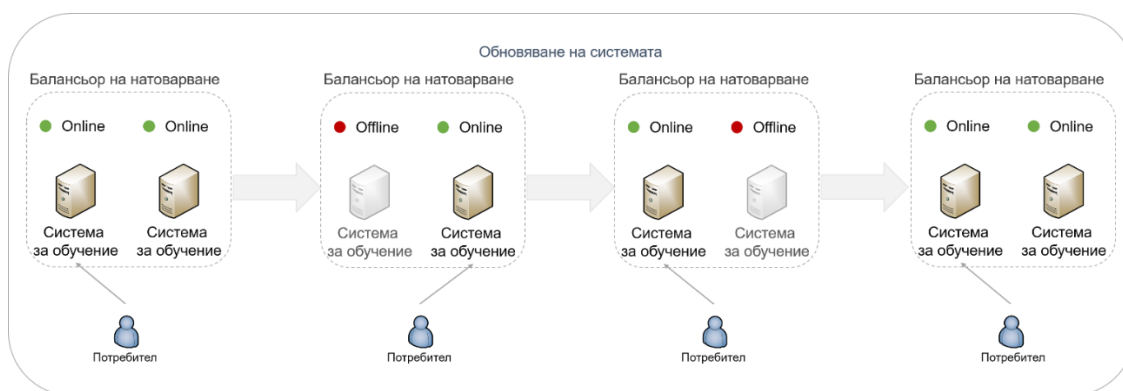
При проектирането на система за обучение чрез персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание се откроява два важни въпроса: 1. Как можем да осигурим непрекъснатост на системата, но в същото време и възможност за максимално бързо обновяване на версията ѝ, следвайки принципите на „непрекъсната доставка“ (continuous delivery) и „непрекъсната интеграция“ (continuous integration)?; 2. Как можем да ускорим развитието на системата, като интегрираме различни екипи, които да се занимават с различни части от бизнес логиката ѝ? Отговорите на тези въпроси, естествено

биха включили използване на „балансори на натоварването“ и достигането да някакъв вид сервизно ориентирана архитектура. Те обаче изискват или паралелна работа на редица специалисти по време на обновяването на версията, което драматично забавя процеса, или трудна поддръжка и разработка. Ефективна архитектура наречена „компонентно-ориентираната архитектура“ в комбинация с метод за кеширане, които въвеждат понятието „горещи релийзи“, е разработена като част от дисертацията и представя решение и на двата поставени въпроса. [41]

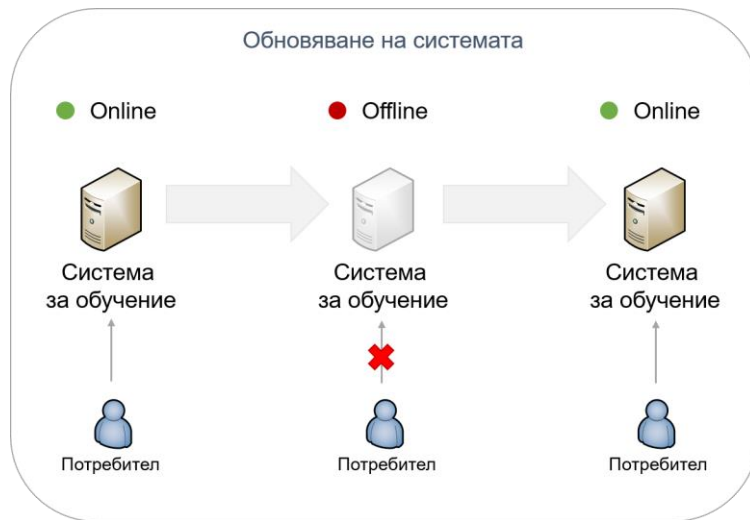
- **„Студено“ и „горещо“ обновяване на уеб базиран софтуер**

Процесът по обновяване на версията на уеб базиран софтуер преминава през редица стъпки. Най-често те включват следния процес:

- Първоначално новата функционалност или отстраняване на дефект се разработва локално от програмиста
- След това неговите промени се тестват на изолирана среда, използваща тестова база данни
- Накрая се осъществява същинско тестване на продукционна среда, използваща реалната база данни.

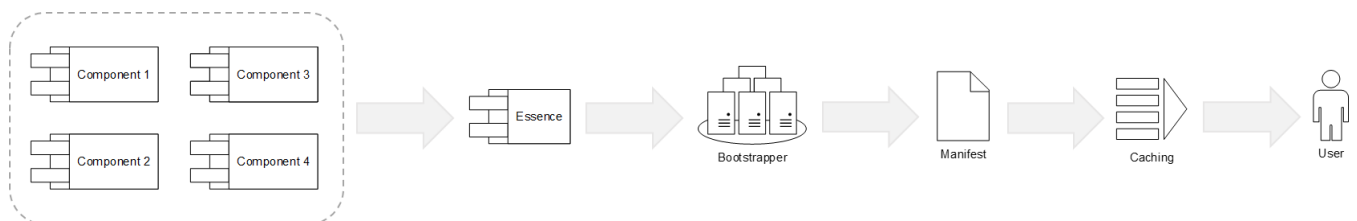


Фигура 10: Обновяване на система при наличие на балансър на натоварване



Фигура 11: Обновяване на версия без „балансър на натоварване“

„Горещото обновяване на версията“ предлага възможност за непрекъснатост, мащабируемост и надеждност на системата за обучение, проектирана в дисертацията, като същевременно осигурява възможности за паралелна работа по различни части на системата от независими екипи. Гръбнакът на „горещото обновяване на версията“ е т.нар. компонентно-базираното софтуерно инженерство, както и наличието на механизъм на прекомпилиране и кеширане на представяните към потребителя страници с интерактивно съдържание. Освен подчертаните предимства, благодарение на архитектурата предложена в тази дисертация, може да се постигне драматично подобрене на производителността на модерните системата. [41]



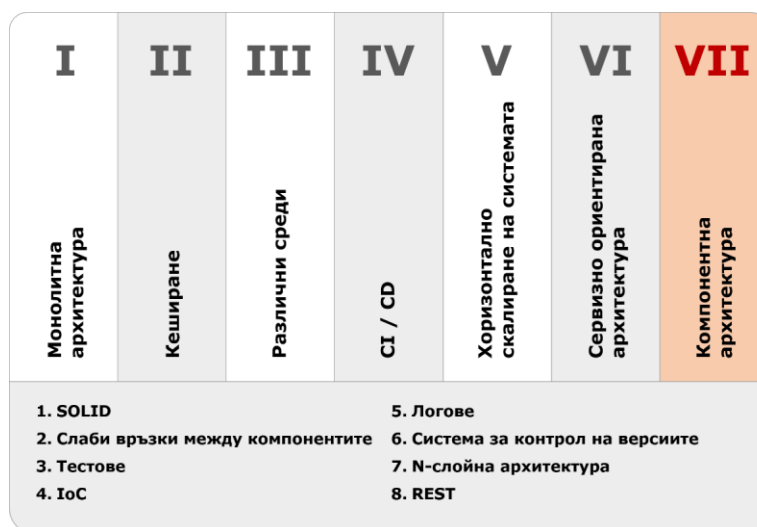
Фигура 12: Компонентно базирана архитектура

Фигура 13 описва процеса по създаване на компонент, начинът за неговото използване като част от цялото и крайното му представяне като кеширано съдържание.



Фигура 13: Процес на реализация на компонентно базирана архитектура

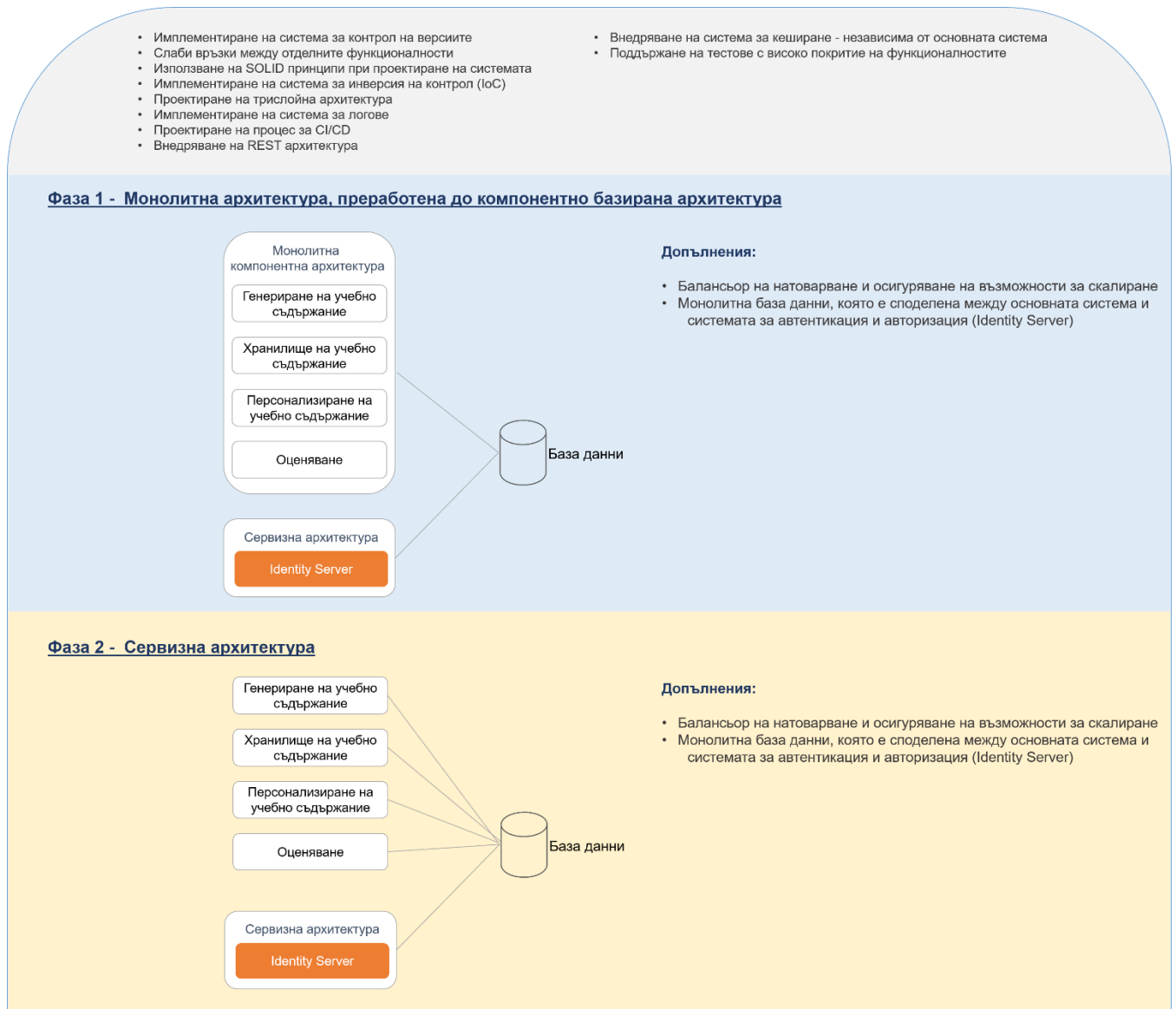
Тази нова архитектура предлага заменянето на етап VII „Микросервизна архитектура“ от концепцията за скалиране на софтуерни среди с „Компонентно-ориентирана архитектура“, както е показано на фигура 14.



Фигура 14: Етапи на развитие, представени от концепцията за скалиране на софтуерни решения и заменяне на Етап VII с „Компонентна архитектура“

V. 3. Обобщение на проектираната софтуерна архитектура и предвидените етапи на развитие на система за обучение чрез персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание

Проектираната софтуерна архитектура, както и инфраструктурата, която трябва да бъде осигурена, за създаването на системата за обучение чрез персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание е обобщена на фигура 15. Нещо повече, предвиден е следващ етап за развитие на системата, в случай че е необходимо скалиране на ресурсите и се стигне до натоварване, породено от по-голямо използване, на системата.



Фигура 15: Софтуерна архитектура и предвидените етапи на развитие на система за обучение чрез персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание

За втората фаза в развитието на системата е предвидено използването на сервизна архитектура и изнасянето на всяка една от базовите функционалности на системата в отделен сервиз. Монолитната база данни, споделена между всички сервизи, е запазена в проекта на системата.

VI. Начини за установяване на потребителската идентичност в система за обучение

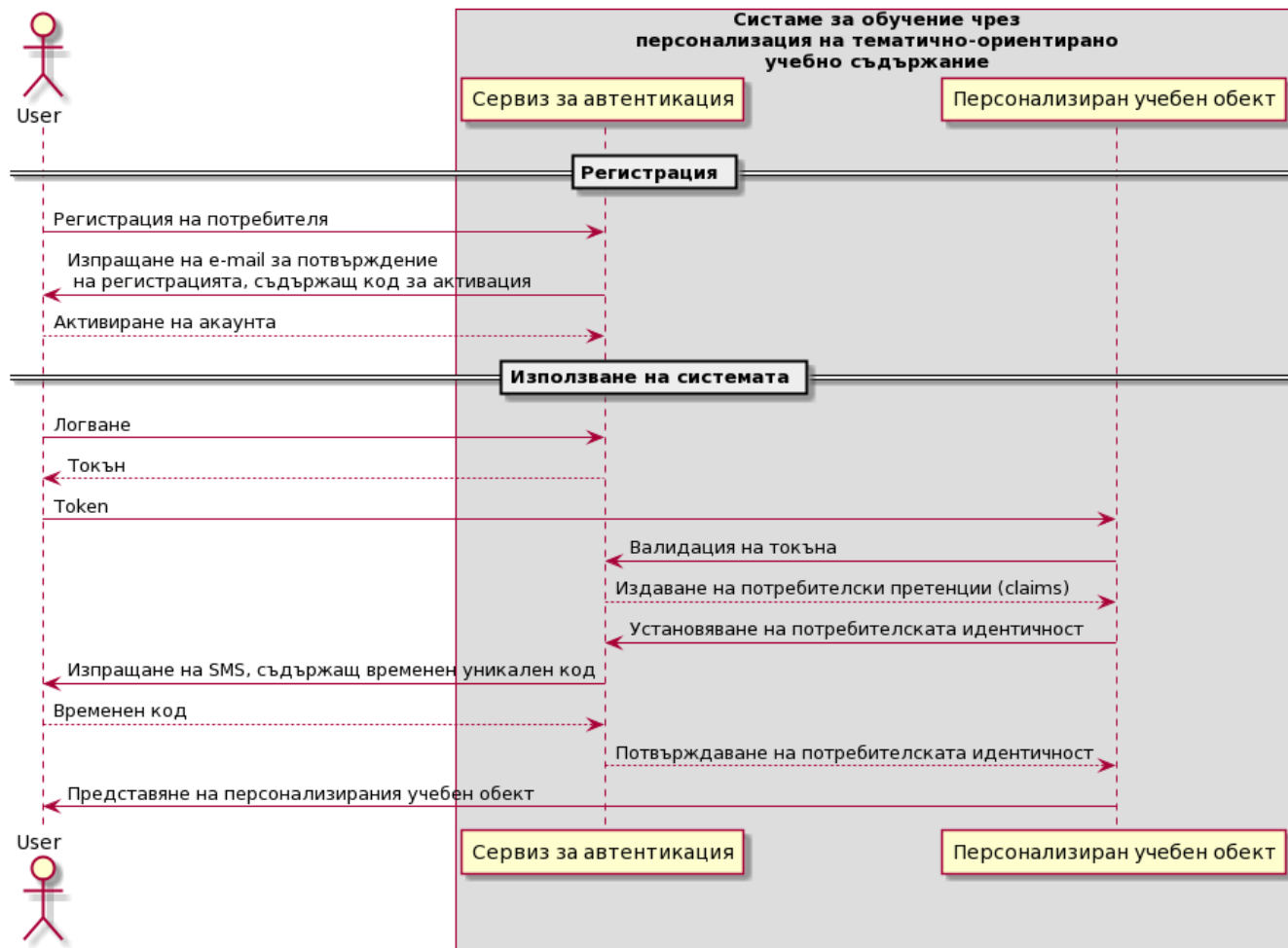
Системата за управление на обучение и учебно съдържание, проектирана в тази дисертация, предлага виртуална среда, в която потребителят (учител или ученик) използва учебно съдържание, генерира учебни материали, биват оценявани неговите знания, а също така има възможност да получи сертификат удостоверяващ завършен от него курс на обучение. С други думи, това е система целяща пълното заместване на конвенционалния метод за офлайн обучение, при което всички участници в учебния процес се срещат на живо и верификацията на техните самоличности става лесно и директно (обучаващия се представя на обучаваните и двете страни се познават взаимно), с такъв, при който връзката между участниците е виртуална и дистанционна. Поради тази причина осигуряването на възможност за верификация на потребителската идентичност е от абсолютна необходимост.

Според Общи регламент за защита на личните данни (GDPR) на Европейския съюз обвързването на повече от един начин за потребителска идентификационна информация (ПИИ) може да осигури пълното идентифициране на потребителската идентичност. С други думи, комбинацията между потребителско име и телефонен номер, например, е достатъчен начин за верификация на потребителската идентичност. Това обвързване и използване на повече от един начин за потребителска автентикация в проектираната в дисертацията система за обучение може да бъде постигнато с т. нар. много-фактурна автентикация. [43]

Най-често използваната разновидност на много-фактурната автентикация (МФА) е дву-фактурната автентикация (2ФА), т.е. установяването и авторизацията на потребителя по два начина. Добър пример за 2ФА е тегленето на пари от банкомат – само комбинацията между банкова карта (нещо, което само потребителят притежава) и ПИН код (нещо, което само потребителят знае) позволявана транзакцията да бъде осъществена. [44]

Удачен начин за верификация на потребителската идентичност в системата за обучение, проектирана в дисертацията, е използването на два персонално идентифициращи потребителя данни, като имейл, с който той е потвърдил регистрацията си в системата и с който се логва в системата, а също така телефонен номер, който потребителят е предоставил при регистрацията си и на който би могъл да получи „кратко съобщение“ (SMS) с код, който е изпратен от системата за верификация. Едва след логването в системата и потвърждаването на кода, изпратен до мобилния телефон на потребителя,

той би могъл да използва пълноценно системата. Така се следват принципите на 2ФА и се изпълняват изискванията на ПСК. [43]



Фигура 16: Потребителска автентикация и установяване на потребителска идентичност

Изнасянето на логиката свързана с автентикация на потребителите е много важно условие за постигане на максимална сигурност при проектиране на системата за обучение, част от дисертацията, но и не достатъчно такова, ако трябва да се говори за защита на потребителските данни. Компрометирането на сигурността на тази система би означавало достъп до потребителската парола, записана в базата данни.



Фигура 17: Хеширане на пароли и запазването им в база данни

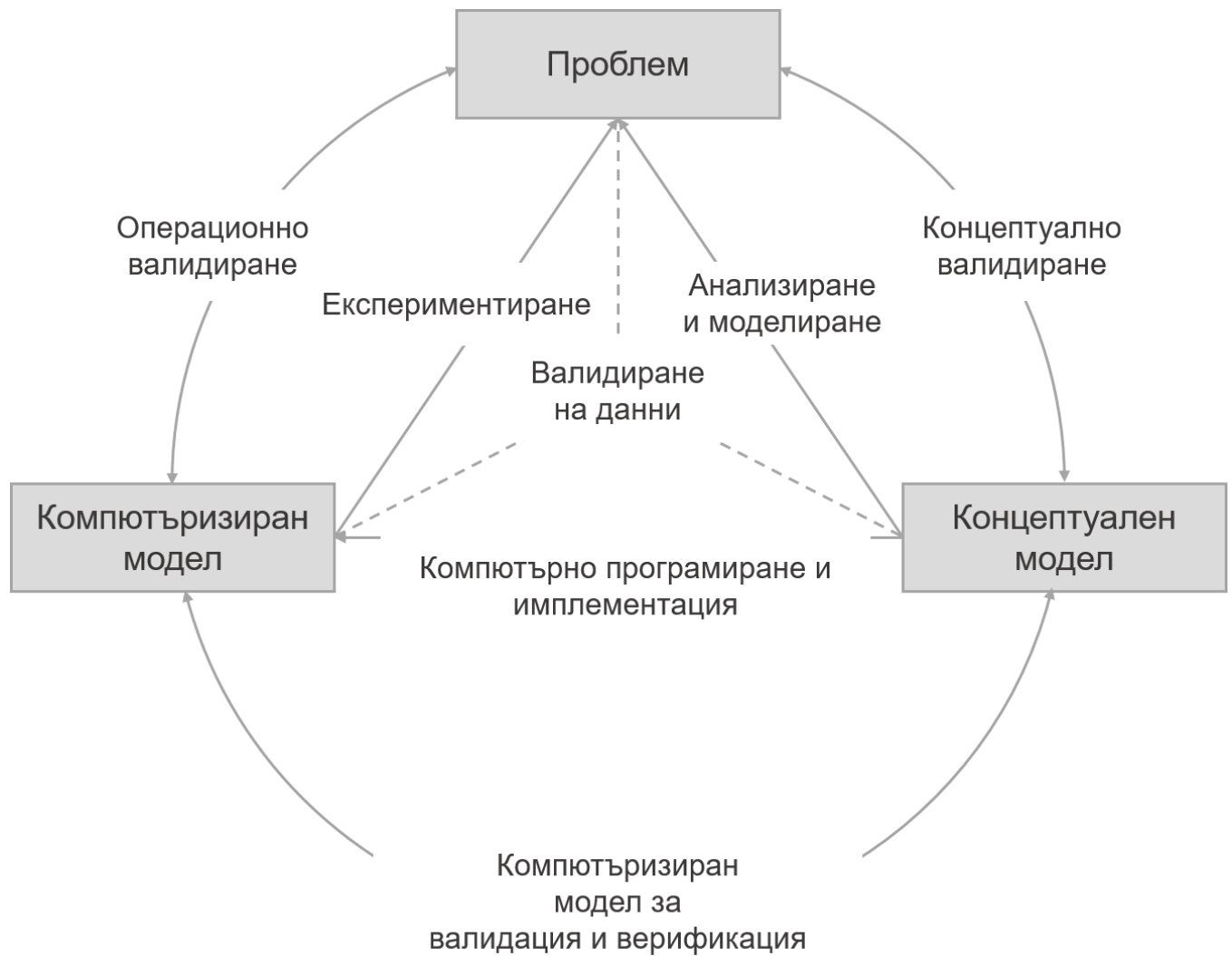


Фигура 18: Процес по потребителска автентикация

VII. Валидация и верификация на методите и моделите за персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание

Съществуват три основни подхода за вземане на решения, използвани за определяне дали даден модел или метод е в действителност валиден. Всеки от тези подходи изисква екипът за разработка на модел да проведе валидация и валидиране като част от процеса на разработване на модела. Най-често срещаният подход за вземане на решения е екипът за разработка на модел да вземе решение, че моделът е валиден. Това решение е субективно решение въз основа на резултатите от различните тестове и оценки, проведени като част от процеса на разработване на модела. Друг подход, често наричан „независима валидация и верификация“, използва трета (независима) страна, за да реши дали моделът е валиден. Третата страна е независима както от екипа за разработка на модела, така и от потребителите на модела. След като моделът е разработен, третата страна провежда оценка, за да определи дали моделът е валиден. Въз основа на това валидиране третата страна взема субективно решение за валидността на модела. Третият подход за валидиране и верифициране на модели и методи е да се използва компютъризиран подход, който да внедри модел за оценка, валидация и верификация, а резултатите от него да я ясни и да предоставят детайлен анализ. Този подход е изключително удачен, тъй като предоставя възможност за използването на многобройни комбинация за входни параметри и околна среда, както и бързо агрегиране и обобщаване на данните, спрямо предварително дефинират модел. [46]

Методите и моделите за персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание, създадени като част от тази дисертация, ще бъдат валидирани и верифицирани чрез комбинация от два подхода: взимане на решение, че общият модел е валиден като част от субективно решение на екипа, получено на база на активни експерименти с реални субекти, представено в секция „IV. Активно експериментиране – метод на А/Б тестване“ и компютъризирани модели за симулация на различни входни параметри и сверяване на получените резултати с предвидените такива. Фигура 19 представя схема на процеса по моделиране на валидацията и верификацията, като част от адаптирането и настройването на създадените методи и модели. [46]



Фигура 19: Опростена версия на процеса по моделиране, валидация и верификация

VIII. Потенциални проблеми и бъдеща работа

Основният проблем пред използването на модела за автоматично генериране на персонализирани учебни материали е липсата на предварително въведено съдържание на базата, на което да бъдат създадени учебни материали. Без наличие на данни в локално хранилище на системата изготвянето на учебни материали е много по-трудно. Този проблем е причинен от липсата на популярност на модела и интеграцията му в съществуващи системи за обучение. Той би могъл да бъде преодолян чрез създаването на алгоритми за автоматизирано терсене, отсяване и класифициране на образователна информация във външни хранилища за учебно съдържание. Друго важно условие за

преодоляване на споменатия проблем е намирането на подходящи хранилища, както и конфигурирането на системата, с цел осигуряване на възможност за използване на информацията в тези хранилища. Най-подходящи са тези хранилища, които вече се използват в реална среда – системи за управление на учебното съдържание (СУУС), които притежават широка общност от потребители, които използват и оценяват учебното им съдържание, както и такива, които създават самото съдържание. Нещо повече, в дисертацията е демонстрирана адаптацията на модела към съществуващи учебници, които съдържат проверена и адаптирана, за конкретно образователно, ниво информация.

Друг потенциален проблем пред модела е възможното генериране на недостатъчно акуратен учебен материал в резултат на претърсването на външни източници, където информацията не е предварително класифицирана, според контекста, очакваното образователно ниво и нивото на сложност на наличното в тях съдържание. Този проблем е предвиден и в модела е интегрирано потенциално негово решение – възможността на потребителя да изиска от системата повторно претърсване и подмяна на конкретен информационен обект (ИО), част от представения учебен материал. Нещо повече, в системата е заложено отразяването на заявката за подмяна на информацията от страна на потребителя, с цел „обучаването“ на системата и запаметяването на релевантно съдържание в локалното хранилище.

Проблем, пред който се изправя модела, е споделен от всички съществуващи СУО и СУУС, а именно, не можем да сме сигурни в релевантността на учебното съдържание. Тъй като потребителите, които могат да създават учебно съдържание сами определят дали въведената от тях информация е вярна, то потребителите, които използват тази информация за обучение, също не могат да са сигурни в представеното към тях учебно съдържание. Потенциално решение на този проблем е заложено в модела с въвеждането на възможност за предоставяне на обратна връзка от страна на обучаваните за учебното съдържание, което им се предлага. Тази обратна връзка е допълнително обвързана с геймификационни елементи. Моделът я адаптира към резултатите от геймификационен анализа и предоставя тези информационни обекти, които са част от обучения с най-положителна обратна връзка. По този начин се оценява „зрелостта“ на въведеното съдържание.

Потенциална бъдеща работа, свързана с модела представен в тази дисертация включва създаването на софтуерна система, в която моделът да бъде директно приложен. Друга стъпка в развитието на модела е направата на алгоритъм за претърсване на външни хранилища, който да събира релевантна информация, в зависимост от нуждите на обучаваните. Подобен алгоритъм следва да

оценява и, в случай че е необходимо, да обединява събраното съдържание, изграждайки ново такова. Това би могло да е основата на допълнителна „умна“ система за събиране на информация от различни източници.

Приноси на дисертационния труд

Приносите в дисертационния труд може да структурираме по следния начин:

1. Систематизирани са понятийната и терминологична структури на тематичната област – среди за електронно обучение, персонализирани учебни материали, модели и теории за представяне и усвояване на знания. Този анализ осигурява база за развитие на нов модели за представяне на учебно съдържание. Също така, той отчита структурите, функционалността, елементите, процесите и ключовите компоненти на съвременните среди за електронно обучение. Нещо повече, описва софтуерните архитектури, приложими в средите за електронно обучение, както и тяхната обвързаност с етапа на „зрялост“ и развитието на тези среди.
2. Разработен е модел за автоматизирано изготвяне на персонализирани учебни материали от тематично ориентирано образователно съдържание с използване на описателна структура, създадена за ползване в хранилищата за учебно съдържание.
3. Предложена е схема за валидация и верификация на модела за изготвяне на персонализирани учебни материали, ориентирана към постигане на ефективно и качествено предаване на знания към учащи с различни когнитивни възможности.
4. Разработена е софтуерна архитектура на среда за електронно обучение, осигуряваща персонализиране на учебното съдържание.
5. Разработена е концепция за скалиране на софтуерна среда за обучение, съставена от 7 етапа. Нещо повече, създадена е нов вид гъвкава архитектура, както и метод за обновяване на версията на средата, която преодолява недостатъците на съвременните софтуерни архитектури.
6. Разработен е модел за сигурна автентикация на потребителите, който да преодолява основните недостатъци на голяма част от системите за автентикация, както и възможно за идентификация на потребителската идентичност.

Заклучение и изводи

Оптимизираното използване на учебните ресурси в съвременните среди за електронно обучение, добили изключителна популярност през последното десетилетие, са обекта на дисертационния труд.

Предмета на изследването е идентифицирането на възможностите за използването на методи, модели и тяхното представяне в софтуерна среда, като средство за проектиране и автоматизирано изготвяне на персонализирани, спрямо стил на обучение, учебни материали.

Дисертационния труд очертава като основна цел нуждата от излагане на учебното съдържание по най-подходящ начин за различните обучаеми и осигуряването на многократната използваемост и адаптиране на ресурсите в специфичен контекст и ситуация, както и софтуерното представяне на разработените концептуални модели. По-конкретно, се разглеждат две задачи на тези среди: (1) осигуряване на многократното използване и персонализираното доставяне на учебни ресурси и (2) осигуряване на гъвкави решения за специфициране на идентичността на потребителите. е пред дисертационния труд, като поставя задачи за постигане на всяка от целите.

Направен е обзорно-аналитичен характер и представя съвременни методи и подходи за персонализирано доставяне на учебното съдържание спрямо когнитивните възможности, предпочитания и стил на учене на обучаемите. Анализирани са компоненти като учебни цели, модел на учебното съдържание, учебни обекти в контекста на многократното използване на учебното съдържание, както и фундаментални концепции и модели като Таксономия на Блум, цикълът на обучение на Колб и стиловете за обучение на Хъни и Мъмфорд. Този анализ предоставя основа за създаване на модел за автоматизирано изготвяне на персонализирани учебни материали от тематично ориентирано учебно съдържание. Направен е преглед на основни характеристики, особености, проблеми и недостатъци на конкретна среда за електронно обучение. Очертани са възможности за преодоляване на тези недостатъци посредством обвързаност с етапа на „зрялост“ и развитие на средите. Разгледани са различни начини за валидация и верификация на концептуални модели през софтуерната им имплементация.

Дисертационни труд представя изготвен модел за изготвяне на персонализирани учебни материали от тематично ориентирано съдържание, който осигурява многократно използване на базови учебни обект и създаване на нови учебни ресурси, персонализирани спрямо специфичните когнитивни

възможности на учащите. Моделът обвързва адаптираната версия на Таксономията на Блум със стиловете на обучение на Хъни и Мъмфорт с цел създаването на целевите учебни материали. Главата описва още процеса на проектиране на структури и компоненти, осигуряващи грануларност и многократно използване на ресурсите в хранилище за учебното съдържание. Създадени са алгоритми и методи за автоматично генериране на учебни материали и възможност за събиране на обратна връзка за качеството на обучението.

Оценката на полезността на тематично-ориентирано и персонализирано учебно съдържание, генерирано със специално разработените за целта модели и методи, е направена чрез метод на А/Б тестване, включващо експеримент с реални обучаеми в 7 клас.

Като част от дисертационния труд е разработената „концепция на скалирането при разработката на софтуерни среди“ – универсален наръчник, използван при планиране на етапите на развитие на софтуерните среди. Тя очертава 7 етапа в развитието на среда за обучение, както и какво трябва да се съобрази при всеки един от тях. Нещо повече, представена е разработката на нов вид гъвкава софтуерна архитектура и инфраструктура, както и метод за обновяване на версията на средата.

Абсолютната необходимост от осигуряването на сигурност на потребителските данни, както и възможност за верификация на потребителската идентичност на всички участници в процеса по обучение – учащи и обучаващи, когато обучението се извършва във електронна среда, е подробно разгледана в дисертационния труд. Решението на този проблем е постигнато с използването на похвати типични за Known Your Customers (KYC) методите, както и сигурна защита на данните, реализирана чрез правилно проектиране на системите за автентикация и авторизация.

Създадените методи, концептуални модели, софтуерна архитектури и софтуерна среда, която ги реално ги реализира са валидирани и верифицирани, като по този начин е осигурена възможност за осигуряване на тяхната добавена стойност.

Разгледани са потенциалните проблеми пред създадените в дисертационния труд модели, методи и алгоритми и същевременно са предложени потенциални възможности за тяхното преодоляване. Нещо повече, предложена е насока за бъдещото развитие на работата по дисертационния труд, включващо създаване на алгоритми за претърсване на съществуващи среди за електронно обучение и създаване на гранулирани учебни обекти от техните хранилища на учебно съдържание.

Разработената тема има научни и научно-приложни аспекти. По същество могат да се отчетат следните научни и научно-приложни приноси:

- Систематизирани са понятийната и терминологична структури на тематичната област – среди за електронно обучение, персонализирани учебни материали, модели и теории за представяне и усвояване на знания
- Разработен е модел за автоматизирано изготвяне на персонализирани учебни материали от тематично ориентирано образователно съдържание с използване на описателна структура, създадена за ползване в хранилищата за учебно съдържание.
- Предложена е схема за валидация и верификация на модела за изготвяне на персонализирани учебни материали, ориентирана към постигане на ефективно и качествено предаване на знания към учащи с различни когнитивни възможности.
- Разработена е софтуерна архитектура на среда за електронно обучение, осигуряваща персонализиране на учебното съдържание.
- Разработена е концепция за скалиране на софтуерна среда за обучение, съставена от 7 етапа. Нещо повече, създадена е нов вид гъвкава архитектура, както и метод за обновяване на версията на средата, която преодолява недостатъците на съвременните софтуерни архитектури.
- Разработен е модел за сигурна автентикация на потребителите, който да преодолява основните недостатъци на голяма част от системите за автентикация, както и възможно за идентификация на потребителската идентичност.

Списъкът от публикации на автора по същността на дисертацията включва 7 заглавия, 2 от които индексирани в Scopus и/или Web of Science в издание с SJR. Пет са в сборници на национални и международни научни конференции. Забелязани са 3 цитирания.

Библиография

1. Ram, A., & Leake., D. (1995). Goal-Driven Learning. The MIT Press.
2. Lee Y.J. et al. East-Asian Primary Science Curricula: An Overview Using Revised Bloom's Taxonomy. Springer. 2016. 81 p.
3. Morton D., Colbert-Getz J. Measuring the impact of the flipped anatomy classroom: The importance of categorizing an assessment by Bloom's taxonomy. Anatomical sciences education. 2017. vol. 10. no. 2. pp. 170–175.
4. Clark, R., & Chopeta, L. (2004). Graphics for Learning: Proven Guidelines for Planning, Designing, and Evaluating Visuals in Training Materials. San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer.
5. Wagner E.D. Steps to creating a content strategy for your organization” // The e-Learning developers’ journal. 2002. 9 p.
6. Arapi, P. (2017). Supporting Personalized Learning Experiences on top of Multimedia Digital Libraries. Sofia: A dissertation submitted for the award of educational and scientific degree "Doctor of Philosophy" in the professional field 4.6 "Informatics and Computer Science" PhD program on Informatics.
7. Йошинов, Р., Илиев, Ол. Преизползване на съдържанието – основен проблем на модерните системи за съхранение на учебно съдържание. В: Сборник с доклади на Единадесета конференция с международно участие „Образованието и изследванията в информационното общество”. Юни 2018. Пловдив, България, стр. 204-215
8. Lennox D. Managing Knowledge with Learning Objects. WBT Systems White Paper. 2001. 12 p.
9. Hodgins W. The future of learning objects. The Instructional Use of Learning Objects Bloomington: IN: AECT. 2002. pp. 281–298.
10. Boyle T., Cook J. Learning objects, pedagogy and reuse // Learning technology in transition. From individual enthusiasm to institutional implementation. 2003. pp. 31–44.
11. Mason R., Rehak D. Keeping the learning in learning objects // Reusing online resources: a sustainable approach to e-learning. 2003. pp. 20–34.
12. Knight C., Gašević D., Richards G. Ontologies to integrate learning design and learning content. Journal on Interactive Media in Education. 2005. vol. 2005. pp. 1–24.
13. Metros S.E. Learning objects: A rose by any other name. Educause Review. 2005. vol. 40. no. 4. pp. 12–13.

14. Verbert K., Duval E. Towards a Global Component Architecture for Learning Objects: A Comparative Analysis of Learning Object Content Models. EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). 2004. pp. 202–208.
15. Verbert K., Duval E. ALOCOM: a generic content model for learning objects. International Journal on Digital Libraries. 2008. vol. 9. no. 1. pp. 41–63.
16. Balatsoukas P., Moris A., O'Brien A. Learning objects update: Review and critical approach to content aggregation. Journal of Educational Technology & Society. 2008. vol. 11. no. 2. pp. 119–130.
17. Coffield F., Moseley D., Hall E., Ecclestone K. Learning styles and pedagogy in post-16 learning: a systematic and critical review // Learning and Skills Research Centre 2004. 173 p.
18. Yoshinov R., Kotseva M, Pavlova D. Specifications for Centralized DataCenter serving the educational cloud for Bulgaria // International conference ETAI. 2015. pp. 1–6.
19. Karagiannidis C., Sampson D. Adaptation rules relating learning styles research and learning objects meta-data. Workshop on Individual Differences in Adaptive Hypermedia. 3rd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems (AH2004). 2004. pp. 66–73.
20. Riding R., Rayner S. Cognitive styles and learning strategies: Understanding style differences in learning and behaviour. David Fulton Publishers. 1998. 217 p.
21. James W.B., Gardner D.L. Learning styles: Implications for distance learning. New directions for adult and continuing education. 1995. vol. 1995. no. 67. pp. 19–31.
22. Gregoric A. Learning/teaching styles: Potent forces behind them. Educational Leadership. 1979. pp. 36–40.
23. An D., Carr M. Learning styles theory fails to explain learning and achievement: Recommendations for alternative approaches. Personality and Individual Differences. 2017. vol. 116. pp. 410–416.
24. Kolb D.A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development: 2nd ed. // Pearson FT Press. 2004. 416 p.
25. McLeod S.A. Kolb's Learning Styles and Experiential Learning Cycle. 2017. 5 p. URL: <https://www.simplypsychology.org/simplypsychology.org-Kolb-Learning-Styles.pdf> (дата обращения: 06.07.2018.).
26. Honey, P., & Mumford, A. (1992). The Manual of Learning Styles, 3rd Ed. Maidenhead, Peter Honey.
27. Gallagher J. The Business Case Study: A Suitable Candidate For Blended Learning? Journal of Business Case Studies. 2006. vol. 2. no. 4. 14 p.

28. Hamari, J., Koivisto, L., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii.
29. Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., B., C., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2014). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*.
30. Huotari, K., & Hamari, J. (2012). Defining Gamification – A Service Marketing Perspective. Proceedings of the 16th International Academic MindTrek Conference 2012. Tampere.
31. Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*.
32. Houghton, R. (1997). CROP: Communities Resolving Our Problems - Community Design for 21st Century Learning. Western Carolina: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
33. Bloom, B. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.
34. Anderson, L. K. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Abridged Edition*. New York: Pearson, Allyn & Bacon.
35. Buch, K., & Bartley, S. (2002). Learning style and training delivery mode preference. *Journal of Workplace Learning*, 5-10.
36. Kolb, D. A., & Fry, R. E. (1974). Toward an applied theory of experiential learning.
37. Leaver, B. (2005). Learning styles and learning strategies (Chapter 3) – Achieving Success in Second Language Acquisition.
38. Zwanenberg, N. (2016). Felder and Silverman's Index of Learning Styles and Honey and Mumford's Learning Styles Questionnaire: How do they compare and do they predict academic performance?: *Educational Psychology: Vol 20, No 3*.
39. Cervantes, H., & Kazman, R. (2016). *Designing Software Architectures: A Practical Approach (SEI Series in Software Engineering)*. Addison-Wesley Professional; 1 edition.
40. Nadareishvili, I., Mitra, R., McLarty, M., Amundsen, M., & McLarty, M. (2016). *Microservice Architecture: Aligning Principles, Practices, and Culture*. O'Reilly Media; 1 edition.

41. Iliev, O. (2020). "Hot releases" in learning management systems and learning content management systems. In: Proceedings of Forty-ninth Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians. p. 137-144. Borovets, Bulgaria
42. Kabamba, P. (2016). Know Your Customer (KYC) Policy: The Bank's Account Opening Procedures, Identity Verification Procedures and Customer Risk Assessment Procedures.
43. Iliev, O. (2020). Yoshinov R.; Tsochev, G. R., Verification of user identity and data security in the context of LMS and LCMS. In: Proceedings of Forty-ninth Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians. p. 144-152. Borovets, Bulgaria
44. Stanislav, M. (2015). Two-Factor Authentication. IT Governance Publishing.
45. Nigel, C., & Chapman, J. (2012). Authentication and Authorization on the Web (Web Security Topics). MacAvon Media.
46. Sargent, R. (1992). Validation and verification of simulation models. Winter Simulation Conference, (pp. 104-114).
47. Adam, & Dorota. (2007). Automated Defect Prevention: Best Practices in Software Management. (p. 426). Wiley-IEEE Computer Society Press.
48. Костадинова, Х., Тотков, Г., Райкова, М. (2011). Към автоматизирано генериране на тестове по Блум. Сборник доклади на Национална конференция "Образованието в информационното общество" Пловдив, АРИО, 27-28 май 2010, стр.117-124
49. Клисаров, Ю. (2013). Избор на скала за оценяване на стила на учене. Професионално образование, година XV, книжка 1, 2013
50. Iliev, O.; Yoshinov R. (2018). "Controlled self-study" in thematic educational community environment. In: Proceedings of Forty-seventh Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians. p. 200-213. April 2018, Borovets, Bulgaria
51. Iliev, O.; Yoshinov R. (2018) The Structural Way for Binding a Learning Material with Personal Preferences of Learners. SPIIRAS Proceedings. 5(60), 189-215
52. Tsochev, G. R., Yoshinov, R. D., & Iliev, O. P. (2019). Key Problems of the Critical Information Infrastructure through Scada Systems Research. SPIIRAS Proceedings, 18(6), 1333-1356.
53. Iliev, O. (2014). Radar Charts: A Novel Means to Explore the Relationship Between QoS and QoE. In: Proceedings of PGNet 2014 Symposium. p. 132-137. Liverpool, UK, May 2014

Списък на използваните изображения

Фигура 1 : Съпоставка между оригиналната и актуализираната версия на Таксономията на Блум	9
Фигура 3 : Цикъл на обучението на Колб, разделен на квадратни за различните стилове на обучение	11
Фигура 4 : Адаптиран цикъл на обучение на Хъни и Мъмфорд	11
Фигура 6 : Основни компоненти на моделът на учебното съдържание [5].....	13
Фигура 8 : Адаптиран модел на Галахър, илюстриращ връзката между стилът на обучение, според Хъни и Мъмфорд и целите на ученето, според актуализираната Таксономия на Блум	21
Фигура 9 : Последователност на процесите, определени в Таксономията на Блум, през които трябва да преминат хората от всеки стил на обучение, определен според цикъла на Хъни и Мъмфорд	22
Фигура 7 : Илюстрация на процеса по провеждане на експеримента	23
Фигура 8 : Резултати от експеримента.....	23
Фигура 9: Етапи на развитие, представени от концепцията за скалиране на софтуерни решения.....	24
Фигура 10: Обновяване на система при наличие на балансър на натоварване	25
Фигура 11: Обновяване на версия без „балансър на натоварване“	26
Фигура 12: Компонентно базирана архитектура.....	26
Фигура 13: Процес на реализация на компонентно базирана архитектура.....	27
Фигура 14: Етапи на развитие, представени от концепцията за скалиране на софтуерни решения и заменяне на Етап VII с „Компонентна архитектура“	27
Фигура 15: Софтуерна архитектура и предвидените етапи на развитие на система за обучение чрез персонализация на тематично-ориентирано учебно съдържание	28
Фигура 16: Потребителска автентикация и установяване на потребителска идентичност	30
Фигура 17: Хеширане на пароли и запазването им в база данни	31
Фигура 18: Процес по потребителска автентикация	31
Фигура 19: Опростена версия на процеса по моделиране, валидация и верификация	33

Списък на използваните таблици

Таблица 1 : Дескриптори, описващи учебен материал на най-високо възможно ниво	19
Таблица 2 : Дескриптори, описващи отделните информационни обекти, обвързани с някой учебен материал	20

Научни публикации на автора по темата на дисертационния труд

1. **Илев, О.** Radar Charts: A Novel Means to Explore the Relationship Between QoS and QoE. In: Proceedings of PGNet 2014 Symposium. p. 132-137. Liverpool, UK, May 2014
2. **Илев, О.**, Yoshinov R. “Controlled self-study” in thematic educational community environment. In: Proceedings of Forty-seventh Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians. 2018, Borovets, Bulgaria, p. 200-213, http://www.math.bas.bg/smb/2018_PK/tom_2018/pdf/200-209.pdf
3. **Йошинов, Р., Илиев, Ол.** Преизползване на съдържанието – основен проблем на модерните системи за съхранение на учебно съдържание. В: Сборник с доклади на Единадесета конференция с международно участие „Образованието и изследванията в информационното общество”. Юни 2018. Пловдив, България, стр. 204-215, <http://scigems.math.bas.bg/jspui/handle/10525/2963?mode=full>
4. **Илев, О.**, Yoshinov R. (2018) The Structural Way for Binding a Learning Material with Personal Preferences of Learners. SPIIRAS Proceedings. 5(60), St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian academy of sciences, 2018, ISSN:20789181, DOI: 10.15622/sp.60.7, pp. 189-215, SJR (Scopus): 0.168 <http://proceedings.spiiras.nw.ru/ojs/index.php/sp/article/view/3931>
5. Tsochev, G., Yoshinov, R., **Илев, О.** Key Problems of the Critical Information Infrastructure through Scada Systems Research. SPIIRAS Proceedings, 18(6), St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian academy of sciences, 2019, ISSN:20789181, DOI:10.15622/sp.2019.18.6.1333-1356, pp.1333-1356. SJR (Scopus): 0.226, <http://proceedings.spiiras.nw.ru/index.php/sp/article/view/4551>
6. **Илев, О.** “Hot releases” in learning management systems and learning content management systems, In: Proceedings of Forty-ninth Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians, 2020, Borovets, Bulgaria, pp.137-143, http://www.math.bas.bg/smb/2020_PK/tom/pdf/137-143.pdf
7. **Илев, О.**, Yoshinov R., Tsochev, G. R., Verification of user identity and data security in the context of LMS and LCMS, In: Proceedings of Forty-ninth Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians, 2020, Borovets, Bulgaria, pp. 144-151, http://www.math.bas.bg/smb/2020_PK/tom/pdf/144-151.pdf

Цитирания на научните публикации по темата на дисертацията

Общо открити цитирания – 3 (без автоцитирания).

Пиев, О.; Yoshinov R. (2018) The Structural Way for Binding a Learning Material with Personal Preferences of Learners. SPIIRAS Proceedings. 5(60), 189-215

Цитирана в:

1. D. Paneva-Marinova, J. Stoikov, L. Pavlova, D. Luchev, “System architecture and intelligent data curation of virtual museum for ancient history”, Tr. SPIIRAN, 18:2 (2019), 444–470
2. Соболева, Е. В., Суворова, Т. Н., Векуа, Н. Н., & Василенко, А. В. (2020). Использование игровых платформ управления классом при онлайн-обучении для повышения качества образовательных результатов. Perspectives of Science & Education, 46(4).
3. Chehlarova, T., & Chehlarova, K. (2020, August). Managing Pepper’s Ghost Illusion Using Intelligent Methods. In 2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS) (pp. 415-420). IEEE.
1. onference on Intelligent Systems (IS) (pp. 415-420). IEEE.