



Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“
Факултет по Математика и Информатика
Катедра „Компютърна информатика“

Мартин Викторов Такев

СЪЗДАВАНЕ, СЪПРОВОЖДАНЕ И ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ИНТЕРАКТИВНИ УЧЕБНИ ДЕЙНОСТИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен „доктор“

по област на висше образование

4. Природни науки, математика и информатика
професионално направление

4.6. Информатика и компютърни науки
докторска програма „Информатика“

Научни ръководители:

доц. д-р Елена Петрова Сомова

доц. д-р Мигел Родригес Артачо

Пловдив, 2020 г.



Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“
Факултет по Математика и Информатика
Катедра „Компютърна информатика“

Мартин Викторов Такев

СЪЗДАВАНЕ, СЪПРОВОЖДАНЕ И ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ИНТЕРАКТИВНИ УЧЕБНИ ДЕЙНОСТИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен „доктор“

по област на висше образование

4. Природни науки, математика и информатика
професионално направление

4.6. Информатика и компютърни науки
докторска програма „Информатика“

Научни ръководители:

доц. д-р Елена Петрова Сомова

доц. д-р Мигел Родригес Артачо

Пловдив, 2020 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита пред научно жури на заседание на катедра „Компютърна информатика“ при Факултета по математика и информатика на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“, на 29.05.2020 г.

Основният текст на дисертационния труд се състои от 149 (сто и четиридесет и девет) страници, съпроводен е от 5 (пет) броя приложения (13 страници) и съдържа 169 фигури и 24 таблици. Цитирани са 122 литературни източника, от които 1 на кирилица, 60 на латиница и 61 интернет-източника. Списъкът на авторските публикации по темата включва 6 заглавия.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на г. от часа в на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“,

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в библиотеката на Факултета по математика и информатика, Нова сграда на ПУ „Паисий Хилендарски“ (бул. „България“ №236), всеки работен ден от 8:30 до 17 часа.

CREATING, SUPPORT AND TRACKING OF INTERACTIVE LEARNING ACTIVITIES

Martin Viktorov Takev

The main objective of this thesis is to propose, research and approbate tools (models and methods), appropriate for creating, supporting and tracking of interactive learning activities in a mobile environment.

The study examined the current state of art of interactive learning activities in e-learning environments, standards and specifications for e-books and educational modelling languages.

On the basis of the research the following conceptual and computational models are proposed:

- Model for an interactive EPUB book;
- Model for EML able to describe activities tracking;
- Model for tracking activities in an e-book.

Architecture of a module for exporting courses from SEO Moodle to an interactive course EPUB is presented and a prototype of a system for creating, supporting and tracking interactive learning activities is built. A methodology is applied for enriching the learning materials, exported from the LMS, with interactivity and tracking of student actions. Different reports are then made available to teachers from the gathered data.

Application of an EPUB course is experimented with real students at Plovdiv University "Paisii Hilendarski". Surveys are taken to determine the feedback of learning with interactive EPUB courses.

СЪДЪРЖАНИЕ

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ	7
ВЪВЕДЕНИЕ.....	8
ГЛАВА 1. СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА.....	11
1.1. Интерактивни учебни дейности в среди за електронно обучение	11
1.2. Електронни книги в обучението	13
1.3. Изводи	16
ГЛАВА 2. МОДЕЛ НА ИНТЕРАКТИВЕН ЕРУВ УЧЕБНИК.....	17
2.1. Подход за създаване на ЕРУВ учебник	17
2.2. Събиране на данни за учебната активност на обучаемите	19
2.3. Език за моделиране на интерактивни учебни дейности	22
2.4. Проектиране на модул за създаване на ЕРУВ учебник	23
2.5. Експортиране на е-курс от среда за електронно обучение в ЕРУВ учебник	24
2.6. Отчети за учебната дейност.....	26
2.7. Изводи	28
ГЛАВА 3. ПРОГРАМНА РЕАЛИЗАЦИЯ НА ИНТЕРАКТИВЕН ЕРУВ УЧЕБНИК	28
3.1. Архитектура на модул за конвертиране на Moodle курс в ЕРУВ интерактивна книга ...	29
3.2. Функционално разширяване на Moodle	30
3.3. Структура на модул „ЕРУВ+ХАРІ експорт“	30
3.4. Създаване на ЕРУВ файл	31
3.5. Реализиране на експорт на учебни ресурси и дейности	31
3.6. Настройки на модула	32
3.7. Визуализиране на данни от хранилище с учебни записи	33
3.8. Изводи	34
ГЛАВА 4. ЕКСПЕРИМЕНТ. ПРОВЕЖДАНЕ НА ОБУЧЕНИЕ С ИНТЕРАКТИВЕН ЕРУВ КУРС	34
4.1. Постановка на експеримента.....	34
4.2. Методология на експеримента.....	35
4.3. Анализ на резултатите.....	36
4.4. Изводи	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА.....	39
СПИСЪК НА ЗАБЕЛЯЗАНИТЕ ЦИТИРАНИЯ.....	40
ЛИТЕРАТУРА.....	40

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ

БД	– База данни
е-курс	– Електронно курс
е-обучение	– Електронно обучение
м-обучение	– Мобилно обучение
ПУ	– Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
CEO	– Среда за електронно обучение
ADL	– Advanced Distributed Learning
CSS	– Cascading Style Sheets
HTML	– Hypertext Markup Language
HTTP	– Hypertext Transfer Protocol
IEEE	– Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	– International Organization for Standardization
JSON	– JavaScript Object Notation
LRS	– Learning Record Store
MVC	– Model–View–Controller
REST	– Representational State Transfer
RLO	– Reusable Learning Object
SCORM	– Sharable Content Object Reference Model
SIG	– Special Interest Group
SQL	– Structured Query Language
URI	– Uniform Resource Identifier
URL	– Uniform Resource Locator
XML	– Extensible Markup Language

ВЪВЕДЕНИЕ

Студентите имат нови изисквания и очаквания от образованието си. Те използват най-различни технологии като таблети, електронни четци, мобилни устройства и лаптопи, които вече са широко достъпни за всички и са напълно интегрирани в живота на хората и социалните им дейности [Gaftandzhieva`2016]. Едновременно с това пазарът на електронни книги (е-книги) в момента е в силен подем. Те предлагат лесен достъп до образователно съдържание и учебни дейности, използвайки добре познатите мобилни устройства, без нужда от постоянна интернет връзка. Това напълно прехвърля образованието навсякъде и по всяко време.

От една страна, учащите се трябва да взаимодействат с множество учебни обекти (да прегледат учебни ресурси под формата на текстове и видео лекции, да решават задания и тестове, да експериментират с физически или виртуални обекти, да участват в дискусии, и т.н.) и в повечето случаи това изисква те да преминат през различни учебни среди (уеб браузъри, видеоплейъри, учебници, физически или виртуални лаборатории, и т.н.). От друга повечето от учебните ресурси в университетите са разработени и поставени главно в среда за електронно обучение (е-обучение). Системите за управление на обучението предлагат много функционалности и използването на разнообразните им компоненти понякога води до излишно усложняване на учебния процес. Елементите им представят материала по различен начин и очакват най-разнообразни действия от страна на студентите. Тези действия се записват в рамките на конкретната CEO и в повечето случаи няма възможност за тяхното споделяне с други образователни системи. Така обучението на един студент остава запечатано в дадената CEO, в която е протекло и не предоставя ефективен начин за постигане на повсеместно и оперативно съвместимо с други образователни системи обучение.

Един студент може да премине през няколко различни среди за обучение. Необходим е начин за проследяване на учебното поведение на даден студент, независимо къде е протекло то – в CEO, в университета, в някоя лаборатория и т.н. Едва тогава ще е възможна пълна картина защо студента е постигнал даден резултат и на какво се дължи това. Разпространението на най-различни среди за обучение и вече създадени учебни материали предполага нуждата не от създаване на нови материали, а използването на вече готови такива. Единственото нещо, което трябва да се направи с тях е да се модифицират така, че да включат елемента на проследяване. Една от основните цели в областта на технологичното обучение е обогатяването на учебния материал с механизми за проследяване. От създаването на стандартите за е-обучение, това усилие се извършва от няколко фокусирани реализации относно структурирането на учебното съдържание и осигуряването на механизми за проследяване на взаимодействията в уеб базирана учебна среда [Artacho`2002]. Създателите на SCORM са развили спецификация за проследяване на базата на облачни услуги, наречено xAPI. Тя постига семантична оперативна съвместимост, които могат да бъдат споделяни от множество потребители [Saliah-Hassane`2014]. Едно от основните предизвикателства в образованието е да се

проследи напредъкът в обучението на студентите и всичките им изпълнени действия, за да се анализира по-късно и да се предприемат правилни действия за коригиране на пропуските или неуспехите в обучението [Stoyanova-Petrova`2011].

Събраните данни за ангажираността на студентите към изучаването на материала и техните действия през целия курс предоставят възможността те да бъдат анализирани. Производителността на студентите може да бъде измерена както всяка друга единица. Винаги ще има студенти, които се справят по-добре с дадени задачи, и други, които не го правят. Записването на стъпките, които водят до успех или съответно неуспех на студентите, е основа за промяна на имплементираните педагогически модели и създаване на ефективни учебни материали. Анализът на голяма част от техните действия дава точен поглед върху това, кое трябва да се промени за по-добро обучение и по-големи постижения.

Значимостта и актуалността на проблема са основа за формулиране на целта на дисертационния труд и предмета на изследването, а така също и за задачите на изследване и последователността на тяхното решаване.

Цел и задачи

Основна цел на дисертационното изследване е да се предложат, изследват и апробират средства (модели, методи и инструменти), подходящи за създаване, съпровождане и проследяване на интерактивни учебни дейности в мобилна среда.

За реализиране на поставената цел са формулирани следните **основни задачи**:

- Задача 1.** Проучване на теории, модели, стандарти и системи, свързани с използване на EPUB учебно съдържание;
- Задача 2.** Проектиране на подход за създаване, съпровождане и проследяване на интерактивни учебни дейности в независима мобилна среда;
- Задача 3.** Създаване на модели на език за описание на интерактивни учебни дейности и на процеса за проследяване на тези дейности, осъществени в различни образователни среди;
- Задача 4.** Проектиране, реализация и тестване на софтуерен инструмент за конвертиране учебни дейности от среда за е-обучение в проследимо интерактивно EPUB учебно съдържание.

Структура и обем на дисертацията

Дисертационният труд се състои от **списък на използваните съкращения, списък на фигурите, списък на таблиците, увод, 4 (четири) глави** (които представят решения и резултати на поставените задачи), **заключение, приложение, списък с публикации по темата, списък на забелязани цитирания, списък на използваната литература и декларация за оригиналност.**

В **Глава 1. Състояние на изследванията** е направен обзор в областта на интерактивните учебни дейности в среди за е-обучение и на е-книгите в обучението. Представени са определение на език за моделиране на обучението и видовете такива езици. Наблегнато е на изследвания, стандарти и спецификации за е-книги. Анализирани са редица среди за е-обучение (CEO) и техните възможности в областта. В заключение на Глава 1 са изведени основна цел и задачи на дисертационното изследване.

В Глава 2. Модел на интерактивен EPUB учебник е предложен общ концептуален модел за интерактивен EPUB учебник. Проучени са начините за проектиране на модул за създаване на EPUB учебник и възможностите за експортиране на електронен курс от CEO. Изследвана е реализацията на проследяване в обучението и как да се събират данни за учебната активност на обучаемите. Представен е модел за записването и последвалото визуализиране на тази активност в редица отчети: отчети за курс, тест, оценки, класации, времеви отчети и др. Проведен е анализ на отчетите и се посочва как те могат да бъдат тълкувани. Посочен е език за моделиране на обучението, описващ функционалността по проследяване на обучението.

В Глава 3. Програмна реализация на интерактивен EPUB учебник се предлага архитектура на модул за експортиране на курсове от CEO Moodle до интерактивен EPUB курс. Формулират се основните функционални и нефункционални изисквания на модула. Моделите от Глава 2 се конкретизират в създаването на модула, осъществяващ експорт на различни видове учебни ресурси и дейности от Moodle до EPUB файл. Представена е методиката по експорт на съдържанието на учебните материали, добавяне на интерактивност и възможност за проследяване. Описана е и реализацията на отчети върху събраните студентски действия – как те се събират, обработват и показват на преподавателите. Последният раздел (изводи) аргументира адекватността на общите модели и методики, предложени в качеството на решения на Задача 2.

В Глава 4. Експеримент. Провеждане на обучение с интерактивен EPUB курс е направен интерактивен EPUB курс и е приложен в обучението на студенти от Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ). Описана е методологията на експеримента и резултатите от проведеното обучение. В 4.3 се представя анкетна карта за интерактивния EPUB курс и удовлетвореността на студентите от него като той включва елементите и принципите, засегнати в Глава 2 на дисертацията.

В Заключение е направено обобщение на архитектурата и реализираната система. Отбелязани са получените резултати, основните научни, научно-приложни и приложни приноси на дисертацията и са формулирани възможностите за бъдещо развитие на тематиката.

Благодарности

Издавам своите най-искрени благодарности на моите научни ръководители – доц. д-р Елена Сомова и доц. д-р Мигел Родригес Артачо за предоставената ми възможност и доверие за провеждане на дисертационно изследване в областта. Сърдечно им благодаря за придобитите знания и умения, проявената отзивчивост и оказаната всеотдайна и безрезервна подкрепа по време на целия период на обучение и работа върху дисертацията!

Благодаря също на колегите от катедра „Компютърна информатика“ за оказаната подкрепа и съдействие при провеждане на дисертационните експерименти.

ГЛАВА 1. СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА

В **Глава 1** е направен обзор в областта на интерактивните учебни дейности и е-книгите в обучението. Представени са определения на език за моделиране на обучението и видовете такива езици. Наблегнато е на изследвания, стандарти и спецификации за е-книги, използвани в мобилното обучение (м-обучение). Анализирани са редица SEO и техните възможности в областта. Раздел 1.2.1 разглежда предимствата на формата за е-книги EPUB, когато той се използва за образователно съдържание, неговата структура и действителни примери за използването му в образованието. В заключение на Глава 1 са изведени основна цел и задачи на дисертационното изследване.

1.1. Интерактивни учебни дейности в среди за електронно обучение

Традиционният модел на обучение в средните училища и в университетите изгражда индивидуалисти. След преподаването лице в лице, обучаемите трябва сами да се подготвят по учебното съдържание и сами да решават задачи и проблеми. При всички форми на изпитване е абсолютно недопустимо да се използват знания на друг обучаем. Този индивидуализъм, обаче е в пълен разрез с действителността, която след завършване обучаемите срещат в работната среда, където съвместната работа в екип е ежедневие. Дори повечето обяви за работа вече включват изискването „умение за работа в екип“.

Интерактивните учебни дейности насърчават обучаемите да взимат участие в учебния процес. Естеството на тези дейности се определя от комуникацията между студентите и преподавателите, студентите и учебните ресурси и между самите студенти. През последните години се отдава все по-голямо значение на сътрудничеството и на съвместната работа, както в е-обучението, така и в традиционните форми на обучение. Прилагането на този подход в обучението води до предимства в много посоки според [BPGC], [CL44] и [Lin`2011]. Обучаемите придобиват по-трайни знания, социални и комуникативни умения, способност за критично мислене, увереност в общуването при работа в екип и др.

Средата за е-обучение представлява комплексна и хомогенна образователна среда, която предоставя възможности за преподаване, ръководене, обучение и други дейности на потребителите ѝ по всяко време, независимо от тяхното местоположение чрез комуникационна мрежа. SEO могат да подобрят (и дори да заместят) традиционните методи и материали като дискусии в класната стая, учебници и компютърни материали, които нямат друга възможност да бъдат разширени, за да посрещнат предизвикателствата на новото време [Тотков`2011].

По време на обучението от изключителна важност са не само учебните материали, които ще се изучават, но и действията, които обучаемият трябва да предприеме, за да постигне обучителните си цели. Езиците за моделиране на обучението (EML – Educational modelling language) предоставят език, който би могъл да се използва от преподавателите да формализират техния собствен процес на обучение и педагогически умения така, че да е разбираем от компютър. Това осигурява преносимостта не само на учебни ресурси и цели е-курсове, но и на подходите и методиките на преподаване на преподавателите. С развитието на е-

Глава 1. Състояние на изследванията

обучението навлиза и идеята за учебни обекти или ресурси за многократна употреба, т. нар. reusable learning objects (RLO). Тя води до създаването на нови спецификации и стандарти, целящи намаляването на разходите по произвеждането и поддържането на висококачествени такива учебни обекти. Проучва се как могат да се създават учебни обекти, които лесно биха могли да се адаптират към различните нужди на обучаемия. При създаването на обучителен курс е важна и подредбата на представяне на учебния материал и действията (самооценка, решаване на проблеми, обучение или дискусии), които трябва да се извършат по време на учебния процес, преди да може да се счете този курс за приключен.

Езиците за моделиране на обучението се определят като **формализирани** (описани от език, четим от машини) **семантични информационни модели** (концептуализации и схеми), **описващи съдържанието и процесите в един обучителен блок, от педагогическа гледна точка** (преподавателят сам трябва да реши коя теория на преподаване да използва), **осигуряващи повторно използване и оперативна съвместимост**. Под обучителен блок (unit of learning) се разбира най-малката неделима единица, която предоставя знания на обучаемите, отговаряща на една или повече учебни цели. Обучителният блок не може да се раздели на по-малки части без да загуби своята семантика и ефективност. Блокът носи информация относно използвания модел и среда на обучение. Основните характеристики на езиците за моделиране на обучението са: формализирани и четими от машини; педагогически неутрални; дават възможност за избор на дейностите, които трябва да се извършат от обучаемия, ролите, които участват в тези дейности и средата, в която те ще се извършват; устойчиви на технически промени и развитие на обучителните платформи.

Таблица 1. Нива на описание на отделните материали за обучение

Управление	Параметри на оперативна съвместимост с EML	
Педагогичен	Педагогическа информация	
Дейности / Задачи	Обучителни и съвместни процеси, задачи и дейности	
Последователност	Последователност, крайни срокове и зависимости	
Структура	Навигационен модел	
Съдържание	Обекти за обучение и форматирано съдържание	

EML могат да бъдат оценяващи, структуриращи съдържанието или фокусирани на обучителните действия. В Таблица 1 са показани докъде се разпростират

възможностите на отделните езици за моделиране на обучението. Повечето обхващат от едно до три нива на описание на учебните материали. IMS Simple Sequencing описва последователност, IMS Question & Test Interoperability – дейности и задачи, IMS DR – съдържание, IMS CP – съдържание и структура, IMS LD – дейности, задачи и педагогичен подход. Със Scorm 1.3 могат да се опишат три нива: съдържание, структура и последователност, а с PALO – всичките шест (управление, педагогичен подход, дейности/задачи, последователност, структура и съдържание).

1.2. Електронни книги в обучението

Съвременните обучаеми са привикнали да използват всякакви мобилни устройства в техните ежедневни дейности – сърфиране в Интернет, търсене на информация или съвети, онлайн пазаруване, социална и бизнес комуникация, инвестиране, играене на игри, слушане на музика, гледане на филми и т.н. Нещо повече, те вече предпочитат да използват мобилно устройство пред персонален компютър. Затова по естествен път обучението от е-обучение се трансформира към м-обучение. През последните години е-книгите се предлагат масово на пазара. Обучаемите са свикнали с тях, така че много лесно и естествено тяхната употреба може да се разшири към сферата на образованието. Е-книгите се превърнаха в широко използван инструмент в образователните институции, с цел да бъде подобрен учебния процес при учащите [Leporini`2019].

Има много дефиниции за понятието е-книга, дадени от [Hawkins`2000], [Landoni`2007], [Morgan`1999] и [Carvajal`1999], но всички те се обединяват в становището, че това е *„електронна форма на печатната книга, която включва цифрови данни и може да се отваря чрез електронно устройство за четене“* [Prasetya`2018]. Е-книгите могат да се създават в различни формати, напр. PDF, EPUB и iBook. Форматът iBook, макар и по-добър в интегрирането на интерактивни елементи и използването на речници и инструменти за маркиране, има един основен недостатък – той е достъпен само за продуктите на Apple (iPad таблети и др.), за разлика от другите два формата. Форматът PDF, въпреки че е най-широко разпространен, не предлага преформатиране и интерактивна промяна на съдържанието. Е-книгите в EPUB формат могат да се изтеглят и четат на различни мобилни устройства. Форматът EPUB също така е препоръчаният стандарт в индустрията за книгоиздаване. EPUB е навлезнала аббревиатура за електронни публикации и обикновено се използва за дигитални книги, които са съставени чрез скриптове и презареждащо се съдържание [EPUB3].

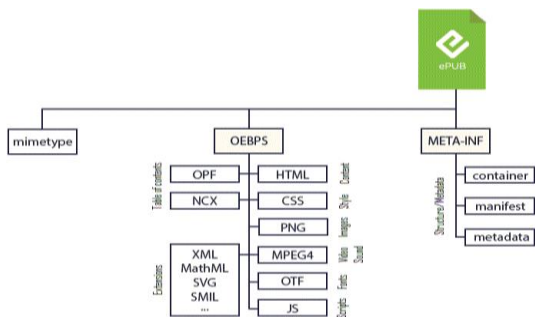
Форматът **EPUB** [IDPF] е свободен стандарт за е-книги, който може да се сваля и отвори на различни устройства като смартфони, таблети, компютри или електронни четци. EPUB се използва лесно, т.к. е най-поддържаният от производителите формат за е-книги, базиран на XML. Последната версия на стандарта – EPUB3 въвежда механизми за осигуряване на интерактивност и мултимедийна интеграция с помощта на JavaScript и HTML5. По този начин EPUB3 може да проследява дейностите на обучаемите в уеб базирани учебни среди. В [Chang`2018] се сравняват два модела за съдържание – EPUB за е-книги и SCORM за е-обучение, на базата на тяхното представяне на съдържание, метаданни и

структура на пакетите. Авторите идентифицират основните характеристики, вкл. и предимства на EPUB:

- Лесно споделяне и повторно използване на съдържанието;
- Интеграция на мултимедийни и интерактивни компоненти, основани на уеб технологии (въпреки ограничените типове медии);
- Няма специфични метаданни за образование;
- Механизъм за автоматично регулиране и преформатиране на съдържанието за устройства с малки размери на екрана;
- Всички ресурси могат да се използват офлайн.

[Landoni`2007] показва още едно значимо предимство при използването на EPUB формат за представяне на учебното съдържание – простотата на изтегляне на съдържанието, което поставя потреблението на учебни материали директно в ръцете на отделния обучаем. Според Це [Tse`2013] създаването на образователно съдържание, което улавя и поддържа фокуса на обучаемите, е голямо предизвикателство. Друго предимство на формата е наблегнато в [Murphy`2012] – осигуряване на достъп до електронното съдържание на образователен курс, без учащите да имат постоянен достъп до Интернет. [Murphy`2012] представя пилотно проучване за използването на електронни четци във висшето образование чрез разглеждане, както на предприетите стъпки от преобразуването в EPUB, така и на предизвикателствата и препятствията, които са възникнали.

Форматът EPUB представлява компресиран ZIP файл (Фигура 1), съдържащ пакет от файлове, подредени в папки спрямо предварително зададена структура, файлове с метаданни, намиращи се в директория META-INF, и mimetype файл, показващ действителния тип на файла на електронните четци (въпреки че е файл с разширение ZIP, той трябва да се третира като EPUB файл) [EdrLab].



Фигура 1. Структура на EPUB файл [EdrLab]

Интерактивността в EPUB публикации се постига с помощта на скриптове. Поради това, че JavaScript е стандартния език за скриптове на HTML5, то EPUB файловете използват същия за постигане на интерактивност. EPUB спецификацията позволява два модела за включване на скрипт, на базата на това какъв обхват имат върху документа и какво могат да модифицират спрямо данни въведени от потребителя или от действия на самия скрипт. Колкото по-голям е обхвата на една

интеракция, толкова EPUB е по-малко оперативно съвместим. Първият модел е за скриптове в рамките на отделните файлове, а вторият модел е за скриптове в рамките на spine файла.

Experience API (xAPI) е спецификация за стандартизиране и събиране на формални и неформални учебни данни под формата на твърдения [Kevan`2016]. Всеки xAPI израз описва учебна дейност – потребителско действие и всички свързани с него обекти в дадения контекст, и по този начин дава възможност да се наблюдава процеса на обучение [SALE]. Няма ограничения за това къде е възникнала дейността (не се ограничава до конкретна учебна среда или приложение). Тези изрази се записват в **хранилище за учебни записи (Learning Record Store – LRS)** и по-късно могат да бъдат прегледани и допълнително анализирани. Хранилището е едно от изискванията xAPI стандартът да работи и служи за запис на твърденията с учебните дейности, генерирани от поведението на потребителите [LRS]. Някои от характеристиките на xAPI са:

- Работи в среда с прекъсната или временно налична интернет връзка;
- Осигурява учебно съдържание извън системите за управление на обучението;
- Предоставя данни, които могат да бъдат използвани за проектиране на по-добър интерактивен и адаптивен учебен опит;
- Предоставя възможности за създаване на комплексни учебни опити чрез анализ на предоставените данни;
- Отчита данни от екипни обучения;
- Отчита данни от множество тестове (резултати) и опити за тест.

xAPI използва естествен език и може да бъде представен както на четим за човека, така и четим за машината формат. С него може да се следи почти всичко. Форматът на данните е JSON. Това е удобен стандарт, защото синтаксисът на JSON се използва за запазване и четене на структурирана информация и JSON използва йерархична структура на елементите. xAPI събира данни за широк спектър от дейности, които обучаемият извършва онлайн или офлайн, чрез изрази под формата на „съществително име, глагол, обект“ или конструкции от тип „Аз направих това“ (Фигура 2). Допълнително изразите съдържат информация за времето (timestamp), когато са се генерирали и записали, контекст (context), резултат (result) и дали изразът е все още валиден (voided). xAPI получава данни в последователен формат за индивидуални дейности или дейности на група от хора от множество технологични устройства. По този начин се осигурява сигурна връзка при взаимодействието на много и различни системи. Изразите включват като минимум следните елементи (Фигура 2 **Error! Reference source not found.**):

Актьор (Actors) – потребител или група от потребители, описани с уникален номер, които могат да се асоциират с дадена персона. Персоната е обикновено уникалният идентификатор на потребителския акаунт в дадена система. Примери за уникални номера са имейл адрес или акаунти на приложения (Open ID, Twitter, Facebook, Google и др.).

Глагол (Verbs) – описва действието, което се извършва по време на учебния опит. xAPI не описва точно определени глаголи, а показва начина, по който да се създават, така че останалите хора, които ги ползват да са наясно какво означават и за какво се използват. Глаголите имат уникални идентификатори, които реферират вградени дефиниции, за да не се получи двусмислие. Примерно използването на глагола fired може да означава уволнявам или изстрелвам. Глаголите служат и за подборба на твърденията.

Обект (Object) – Обектът може да бъде дейност, друг актьор или предишен учебен опит



Фигура 2. Конструкция на xAPI израз [ADL]

Има и други JSON компоненти, които не са задължителни, но допълват смисъла на изразите: **Контекстни свойства** (Context properties). Това са едни от най-важните елементи на xAPI. Те позволяват създаването на контекст, под който се е случило действието в изрече и могат да съдържат допълнителна информация за него като средата или курса, в които се е случило действието или други изрази и атрибути, пряко или косвено свързани с него. Контекстът може да се разшири и да позволи дефинирането на собствени полета. С него може да се опише йерархична структура, свързваща xAPI твърдения от по-високо ниво с други, по-подробни xAPI твърдения, от по-ниско ниво. Това позволява по-лесното интерпретиране на анализите и отчетите на данните от xAPI изразите.

Има едва няколко разширения [Moodle Plugins] към онлайн обучителните платформи, които реализират конверсии от и към EPUB: Lucimoo, пригоден плагин за Moodle и SHEilds.

1.3. Изводи

Разгледаните стандарти, модели и методики показват структурата и възможностите на е-книгите. Възможностите на EPUB все още не са напълно проучени и използвани. Настоящите усилия на съществуващите специални групи по интереси (SIG – Special Interest Group) в ADL и Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) за разработване на интерактивни EPUB книги също са обещаващи референции и са полезни за постигането на целите на дисертацията. xAPI стандартът представя архитектура за описание на учебен опит и за прилагане на проследяване на учебните дейности. В дисертационния труд е избран да се използва форматът EPUB, защото позволява използването на вграден JavaScript код за описание на действията на потребителя с помощта на xAPI изрази. Изненадващо е, че традиционно пасивната е-книга може да бъде превърната в богата интерактивна образователна среда, проследяваща активността на обучавашите се

с помощта на хранилище на учебни записи (LRS), където се съхранява техният учебен опит в облачен модел.

ГЛАВА 2. МОДЕЛ НА ИНТЕРАКТИВЕН EPUB УЧЕБНИК

Съвременните обучаеми не са тези, за които е създадена традиционната образователна система. Студентите имат други изисквания и очаквания от образованието си. От една страна, те трябва да взаимодействат с множество учебни обекти (да преглеждат учебни ресурси под формата на текстове и видео лекции, да изпълняват задачи, да правят тестове, да експериментират с физически или виртуални обекти, да участват в дискусии и т.н.) и в повечето от случаите това изисква те да преминават през различни среди за обучение (уеб браузъри, видео плейъри, учебници, физически или виртуални лаборатории и др.). През последните години се работи значително за интеграцията на тези учебни среди. Има много среди за е-обучение, които предлагат интегрирано множество от услуги и ресурси за различните видове участници в процеса на обучение (студент, преподавател, автор и администратор). От друга страна, пазарът на е-книги в момента е в силен подем. Е-книгите предлагат лесен достъп с добре познатите мобилни устройства до образователно съдържание и учебни дейности, без да е необходима постоянна интернет връзка. Използването на мобилни устройства напълно прехвърля обучението навсякъде и по всяко време.

От изследванията, проведени в Глава 1, могат да се направят изводи кои са необходимите средства и ресурси за създаване на една интерактивна е-книга (е-учебник). В Глава 2. е предложен общ концептуален модел за интерактивен EPUB учебник. Проучени са начините за проектиране на модул за създаване на EPUB учебник и възможностите за експортиране на електронен курс от CEO. Предложен е подход за проследяване на учебните активности на обучаемите и за събиране и съхраняване на данни за проследените учебни дейности. Представен е модел за записване на активността на обучаемите и нейната визуализация в редица отчети: отчети за курс, тест, оценки, класации, времеви отчети и др. Проведен е анализ на отчетите и е отразено тяхното тълкувание и приложимост. Проектиран е език за моделиране на обучението, описващ и акцентиращ на необходимите елементи за проследяване на обучението.

2.1. Подход за създаване на EPUB учебник

За да се създаде учебно съдържание, независимо от вида – учебен ресурс или дейност, използваемо на всяко мобилно устройство, може да се приложат **два подхода**:

1. създаване наново на учебно съдържание във формат за мобилни устройства;
2. прехвърляне на вече създадено учебно съдържание от среда за е-обучение във формат за мобилни устройства.

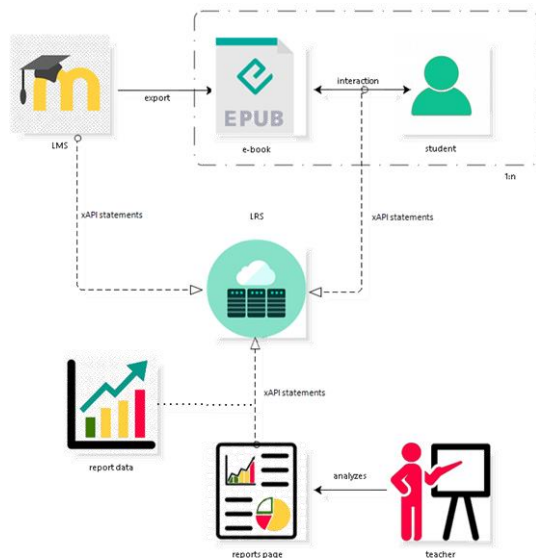
Поради масовостта на използване на среди за е-обучение и множеството вече създадени учебни курсове, в дисертационната работа е избран да се следва вторият подход. Като основно средство за реализиране на м-обучението е избрано да се използва **е-книга**, чрез която да се осъществява ученето. Съществено внимание се

отделя на интерактивността при реализиране на м-обучението, както и на съхраняването на съответната информация за нея, за да се постигне сравнимо качество с обучението чрез среди за е-обучение. За да създадем, поддържаме и проследяваме интерактивни учебни дейности на всяко мобилно устройство, е необходимо да създадем система, която ще експортира учебно съдържание (курс, елемент и т.н.) от среда за е-обучение в е-книга. Системата трябва да преобразува всички учебни дейности от CEO в интерактивно EPUB учебно съдържание (избран стандарт на базата на проведените проучвания в Глава 1), където отделните учебни действия на студентите могат да бъдат отбелязани и съхранени, а по-късно и разгледани от преподавателите.

След експортиране на е-курс от CEO и получаване на обогатената с интерактивност е-книга, се предприема следният подход за извършване на проследяване на студентите (Фигура 3). Отделна е-книга се създава за всеки студент, изтеглил курса, която може да бъде използвана както онлайн, така и офлайн. Всичките действия, извършвани върху нея се изпращат в хранилище чрез **xAPI изрази**, генерирани с помощта на информация, взета от студентските профили в CEO. По желание едно и също **хранилище за учебни записи (LRS)** може да бъде свързано към повече от една система за обучение и ако студент има профили в тях, то всичките изрази, описващи неговите учебни опити, ще се намират на едно място, независимо от това в коя от системите са протекли. Няма да има значение дали потребителите са влезли в системата за е-обучение и преминават през елементите на курса или са изтеглили е-книгата и извършват дейностите там – xAPI изразите ще бъдат изпратени и записани в общото хранилище. Използването на предварително зададен **xAPI профил** гарантира унифицираност на събраните данни и намалява възможността някое от учебните действия на студента да се пропусне при анализа от преподавател, защото не е било съхранено със съответната дума. Профилите стандартизират използваните думи за описание на действия, обекти и атрибути и спазването им не позволява един и същи елемент да се записва с различни имена. След като xAPI изразите са съхранени в хранилището, те могат да бъдат изтеглени и обработени за различни цели. Специално внимание е отделено на създаването на статистически отчети и графики върху тези данни за нуждите на преподавателите. Моделът за проследяване на представянето на студентите предполага наличието на страница с отчети в CEO, която ще изтегля данни от LRS и ще генерира множество от отчети за анализ от преподавателите. Използваният подход в дисертационната работа предполага следната функционалност в системата:

- **Експорт** – Интерактивна е-книга се създава автоматично след конвертиране на учебен курс от CEO Moodle. Следните учебни ресурси и дейности трябва да могат да бъдат експортирани: етикети, файлове, папки, URL, страници, книги, уроци и тестове.
- **Проследяване на обучението** – Действията на студентите в е-книгата се записват – при завършване на тест, отговаряне на въпрос, отваряне на книга и т.н.

- **Събиране на данни** – Стандартизираните данни от xAPI изразите (за действията на студентите) се събират в хранилище за учебни записи.
- **Отчети** – Графично представяне на събраните данни от хранилището помага на преподавателите да анализират прогреса и поведението на студентите.
- **Настройки** – Данните за осъществяване на връзка до хранилището за учебни записи могат да се променят.



Фигура 3. Диаграма на процеса по експортиране на курс до е-книга и записване на действията като xAPI изрази за отчети

2.2. Събиране на данни за учебната активност на обучаемите

При избрания подход, в хранилищата се записва цялостния прогрес на студентите (техните учебни активности) по време обучението. С всяко тяхно действие се изпраща заявка, с помощта на която се описва предприетото действие и мястото в материала, докъдето се е стигнало. Благодарение на това при следващо отваряне на е-книгата, независимо от средата, в която това става, тя ще се отвори на същото място, на което е бил обучавания. Записването на поведението на обучаемите се извършва чрез разнообразни xAPI твърдения, изпращани до LRS. Определянето на точните студентски действия, които ще бъдат документирани, и данните, които ще се изпращат по време на взаимодействието с е-книгата, е изключително важно за осигуряване на достатъчно информация за изработването на пълни и смислени отчети. Всички тези твърдения и техните съответни глаголи, разширения и контексти са документирани в xAPI профила, представен в [XP]. Използването на оторизирани профили гарантира семантично съвместима

разработка и успешно съхранение на данни, както и многократното им използване в най-различни случаи.

Един от начините за реализиране на функционалността за изпращане на твърдения от е-книгата е чрез добавяне на JavaScript файл, наречен xAPIWrapper [XW]. С него се опростява осъществяването на първоначална връзка и последвалата комуникация с хранилището за учебни ресурси и позволява на разработчиците да се съсредоточат единствено върху определянето и изтеглянето на необходимите им данни. Комбинирането му с друг набор от JavaScript класове – xAPIDashboard [XD] предоставя всички инструменти за създаване на диаграми и таблици от съхранените твърдения, които да обслужват конкретни за специфичния случай цели. На Таблица 2 е показана комбинирана **колекция от идентификатори** на набор от xAPI профили (xAPI профили activity-streams, ADL, tincan [RP]), използвани в е-книгата за описание на възможните студентски интеракции. С други думи, профилите описват **учебните дейности** (activity type), **допълнителната информация** (extensions) и **извършените действия** (verbs) от студентите в е-книгата, необходими по-късно за генерирането на отчети.

Таблица 2. xAPI профил за описание на елементите от Moodle курс в е-книга [TC]

Име	Вид	URI
assessment	activity type	http://adlnet.gov/expapi/activities/assessment
cmi.interactions	activity type	http://adlnet.gov/expapi/activities/cmi.interaction
course	activity type	http://adlnet.gov/expapi/activities/course
lesson	activity type	http://adlnet.gov/expapi/activities/lesson
lms	activity type	http://id.tincanapi.com/activitytype/lms
page	activity type	http://activitystrea.ms/schema/1.0/page
duration	extension	http://id.tincanapi.com/extension/duration
answered	verb	http://adlnet.gov/expapi/verbs/answered
completed	verb	http://adlnet.gov/expapi/verbs/completed
experienced	verb	http://adlnet.gov/expapi/verbs/experienced
started	verb	http://activitystrea.ms/schema/1.0/start
viewed	verb	http://id.tincanapi.com/verb/viewed

Профилът на xAPI [XBC] предлага документирането на конкретни речникови и изразни шаблони за прилагане на xAPI. Тази стандартизирана практика на профила, позволява по-лесното им откриване и многократното им използване. Обичайно е да се виждат различни термини, предназначени за отразяване на една и съща дейност като по този начин се усложнява използването на извлечените данни. Други затруднения, представени в [Corbi`2014], възникват с липсващите способности на xAPI да записва последователни и оперативно съвместими данни. Учебните заведения внедряват xAPI, за да продължат проследяването на процеса на обучение на студентите, извън нормалния курс, където те присъстват физически. Учебното поведение на студентите се определя от различните части на курса, които те отварят и през които преминават, както и от работата им по елементите в курса. Дали материал ще бъде прочетен за един час или повече, дали всички задачи ще бъдат завършени или само някой от тях, това всичко отразява мотивацията на студентите за тяхното обучение и показва дали е заслужена окончателната оценка, която те са получили. Профилът xAPI за интерактивно EPUB учебно съдържание

може да се състои от действия: ориентирани към съдържание и към взаимодействие.

Действията, ориентирани към съдържанието, включват проследяването на потребител, докато достъпва и преглежда съдържание. Това е полезно при проверка дали се отделя достатъчно време за учебното съдържание (използват се следните изрази: потребител е достъпил страница x; потребител е напуснал страница x; потребител е останал x минути на страница y). Има ясни маркери на действията, извършени върху учебното съдържание, които показват дали студентът е имал интерес към учебния материал (подчертан от потребител текст в документа; добавен коментар към текст в документа от потребител). Също така само студенти, активно ангажирани с учебното съдържание, търсят допълнителни материали, извън задължителните. Проследяването на действията при отваряне на файлове и връзки в EPUB файла, помага да се определи дали потребителят е преминал през цялото съдържание чрез засичане на отворен файл от потребител или достъпен URL от потребител.

Интерактивните дейности в xAPI Specification [XSpec] определят как да се обработват структурите за взаимодействия и оценки в традиционното е-обучение. Целта им е да предоставят проста и позната схема за запис на **действията, ориентирани към интеракция**. Видовете интеракции, които могат да помогнат при оценяване на обучаеми и разбиране на тяхното поведение са: потребител избира отговор x; потребител попълва въпрос / тест x за y минути; потребител отговаря правилно / грешно.

Хранилището за учебни записи – Learning Record Store (LRS) може да е самостоятелна система или част от е-среда за обучение, която поддържа xAPI. То валидира и запазва xAPI изразите, изпращани до него. Отговаря за имплементирането на множество от под-API-та (xAPI ресурси), всяко от които има точки за достъп. **Точка за достъп (endpoint)** на хранилище е URL адрес в системата, който очаква HTTP заявки. XAPI предлага съвкупност от под-програмни интерфейси, отговарящи за определени функционалности от системата (Таблица 3).

Таблица 3. Под-програмни интерфейси с техните функции и примери

Име на API	Функционалност	Пример
Statement API (за изрази)	Управлява всички изрази (най-често използваното)	Проследяване на потребителя, докато достъпват обект в CEO
Activities API (за дейности)	Връща метаданните за дадена дейност	Заглавието, описанието и инструкциите за дадена дейност могат да се променят
State API (за състояния)	Съхранява групи двойки информация (име и стойност) в сесията	Обучаемият е завършил 10 въпроса от тест с 30 въпроса, когато устройството им спира да работи (остават му 25 мин.)
Agents API (за агенти)	Намира и идентифицира агент или обучаем	Търсене на всички презентации на Ива през последната година, докато се е обучавала в 3 различни CEO
Agent Profile API (за профили на агенти)	Управлява информацията за даден агент и неговия профил	Всеки делник от 10 до 11 имам свободно време и може да ми се прашат учебни материали

На Фигура 4 е показана нужната колекция от методи в едно хранилище. Те могат да се разделят в няколко групи: Activity Profile (данни за учебни дейности), Agent Profile (данни за агенти), Activity State (операции със сесии), Statement (операции с изрази) и General (обща информация).

Activity Profile 4 requests POST Activity Profile - Store Profile GET Activity Profile - Get Profile GET Activity Profile - Get All Profiles DEL Activity Profile - Delete Profile	Agent Profile 4 requests POST Agent Profile - Store Profile GET Agent Profile - Get Profile GET Agent Profile - Get All Profiles DEL Agent Profile - Delete Profile	General 3 requests GET About GET Activities - Get Activity GET Agents - Get Agent
Activity State 4 requests POST Activity State - Store State GET Activity State - Get State GET Activity State - Get All States DEL Activity State - Delete State	Statement 4 requests POST Statement - Store Statement GET Statement - Get Statement GET Statement - Get Statements by Verb POST Statement - Store Voiding Statement	

Фигура 4. Колекции от методите в едно хранилище за учебни записи

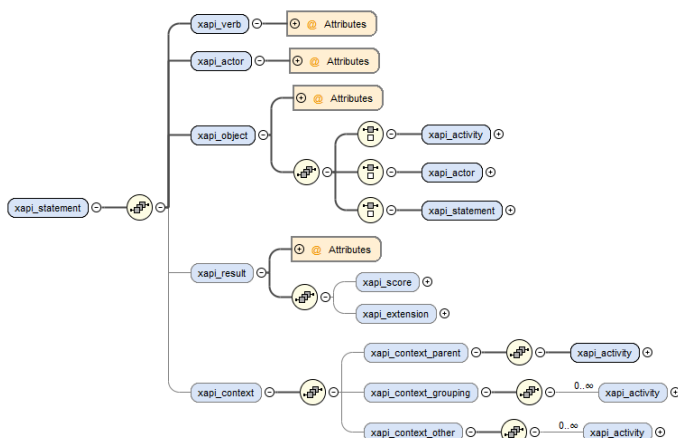
Statement е основният компонент, чрез който се записват в хранилището и впоследствие четат действията на студентите. Записи никога не се изтриват, а само се маркират като изтрити. **Activity State** репликира функционалността и поведението на локалната сесия в клиентските среди (браузър, електронен четец и др.). Когато локалната сесия не е активирана при клиента може да се имплементира тази от хранилището. **Activity Profile** позволява запаметяването на специфични данни за учебните дейности. Подобно е на записването и четенето на елементи от сесията, но с разликата, че се подава допълнително идентификатор за учебната дейност. Аналогично на Activity Profile, **Agent Profile** записва специфични данни за потребителите (актьорите). За всяка група са налични методи за записване, четене на определен обект или на всичките и за изтриване на запис. Изключение прави **General**, които връща обща информация за версията на хранилището и определени по идентификатор учебни дейности и агенти.

2.3. Език за моделиране на интерактивни учебни дейности

Има достатъчно езици за моделиране на обучението, които предлагат описание на интерактивни учебни дейности. За проследяването им от друга страна няма изграден стандарт досега. Нелогично е създаването на нов език за моделиране от нулата. Изборът да се осъществява проследяване на студентите чрез xAPI спецификация предплага, че всеки елемент от един xAPI израз трябва да има съответния описващ го елемент в езика за моделиране на обучението. Подходът, който се предприема, е да се допълнят липсващите елементи в съществуващ език. На базата на извършените проучвания в Глава 1. е избран езикът PALO, който да бъде надграден. Той използва XML и обхваща абсолютно всички нива на описание на ресурсите за обучение. PALO е добра основа, върху която да се добавят елементите за проследяване, а те от своя страна са отражение на частите на един xAPI израз и конфигурацията за връзка до хранилището за учебни записи.

Добавени са тагове описващи съответно как ще се осъществява връзка с хранилището за учебни данни и от какво е изграден xAPI израза. Най-подходящото

място за таговете, описващи LRS връзката е в **management** сегмента. Той описва ниво 5 от структурата на PALO – управление и включва информацията за външни хранилища и достъпа до тях.



Фигура 5. Цялостна структура на xapi_statement елемент, описващ един xAPI израз

За проследяването на действията на студентите се изпращат изрази при достъпване и завършване на елемент, при започване и завършване на тест, при отговаряне на въпрос и при интеракция с учебен материал. От тук следва за всяка едно от изброените действия да има по един tag, който описва xAPI израза, който ще се изпрати до хранилището. Главният елемент, който описва израза е **xapi_statement** (Фигура 5).

2.4. Проектиране на модул за създаване на EPUB учебник

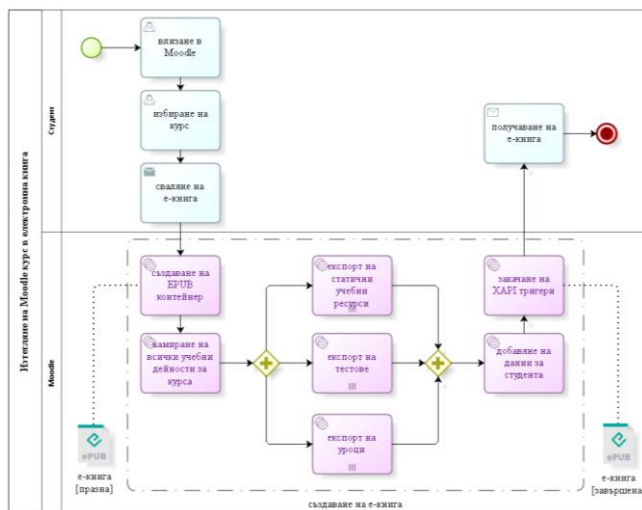
Могат да се поставят следните функционални изисквания към реализацията на модула:

- Изтегляне на е-курс от CEO в е-книга – за осъществяването на процеса на изтегляне на учебен курс от CEO Moodle в е-книга е необходимо студентът да е влязъл в Moodle и да е записан в курса, който ще бъде свалян. Участниците в процеса са студент и CEO Moodle. След приключване на процеса като резултат се получава специално създадена е-книга за студента, в която са експортирани всички учебни дейности от Moodle курса и са заредени базови данни на студента, които ще се използват при проследяване на неговите действия (Фигура 6);
- Проследяване на учебни действия върху е-книга – един от основните процеси, който реализира софтуера, е проследяване на извършените действия от студент върху учебните материали в е-книгата и изпращане на данни за тези активности до LRS. За да започне процесът е необходимо студентът вече да е използвал плъгина за експорт на Moodle курс и е-книгата да е налична на неговото мобилно устройство или компютър. След осъществяване на интеракциите на студента със съдържанието на е-

Глава 2. Модел на интерактивен EPUB учебник

книгата, следва да се запишат неговите действия под формата на xAPI изрази в LRS;

- Представяне на отчети от събраните данни за учебната активност – събраните данни в LRS за студентските дейности върху учебното съдържание могат да се представят като отчети във вид на графики и таблици. Преподавателите имат достъп до страницата, на която те се визуализират, за да могат по-лесно да ги възприемат и анализират, отколкото първичните необработени данни. Студентите трябва да са свалили е-книгите от курса в Moodle и да има записани техни действия в хранилището, преди отчетите да могат да се заредят;



Фигура 6. Изтегляне на е-курс от CEO в е-книга

- Настройка на връзка до хранилище за учебни записи – потребител в Moodle с роля администратор може да задава как да се осъществява връзка до LRS (необходимо е администраторът да има предварително създаден акаунт в LRS системата – т.е. да е ясно URL на хранилището, потребителско име и парола, с които да се авторизира достъпа).

2.5. Експортиране на е-курс от среда за електронно обучение в EPUB учебник

Плъгинът извлича данни директно от съответстващите таблици в БД на Moodle и създава HTML изглед за всеки достъпен за експортиране курс. Те се експортират в EPUB книга, която съдържа всички активности към курса, описани една след друга в края на документа при таблицата със съдържанието. Модулът успява да експортира следните елементи от Moodle [CL] до EPUB: файл (различни формати), папка (също и под-папки), URL (към учебни материали), етикет (няколко думи или снимка), страница (единичен екран информация с възможност за превъртане на съдържанието, създадено от преподавателя с вграждения HTML редактор), книга (многостраничен ресурс с формат, наподобяващ книга), урок (комбинация от HTML

страници със съдържание и с въпроси, които предлагат адаптивна и динамична навигация помежду си) и тест (тест с различни видове въпроси). Преобразуването на файл, папка, URL, страница, етикет и книга изгражда статичната част от EPUB курса. Уроците и тестовете съставляват по-сложната интерактивна (динамична) част от EPUB курса. Учебните дейности в Moodle, урок и тест, включват като интерактивни елементи – въпроси. Шест вида въпроса могат да се създават в урок [WTFDF]: с множество възможни отговори; есе; от тип „съпоставяне“; с числов отговор; с кратък отговор и “вярно/грешно твърдение”. Докато при тест са реализирани пет вида, които се използват най-често – същите като при урок с изключение на тип есе, като те се обработват по различен начин от плъгина при двете дейности.

Урокът е най-интересната дейност в Moodle, тъй като предлага най-динамичното преминаване през учебното съдържание (използвайки навигацията). Студентите се пренасочват по различни пътища в урока (адаптация) според верността на техните отговори на страниците с въпроси. Някои от частите на урока се показват условно. Студентите имат достъп до заключените части на урока единствено, ако определени предпоставки са изпълнени (напр. правилен отговор на въпрос ги отвежда до една страница, докато неправилен – до друга).

Елементите на един тест могат да се разделят в две части: общи настройки за теста и включените в него въпроси. Общите настройки определят оценките и времето, за което трябва да се направи той. Също така задават подредбата на въпросите, броят опити на студентите за да завършат успешно теста и обратната връзка, която се връща към тях. Възможен е избор между 15 вида въпроси. Конвертирането на Moodle тест в EPUB формат е аналогично с това на урок. Разликите идват от съдържанието на елементите. Тестовете изискват допълнителна функционалност за интерактивност. При тях трябва да се проследяват следните действия на обучаемите: стартиране на тест, отговаряне на въпрос, промяна на отговор на въпрос, завършване на тест и калкулиране на резултат от тест. На Фигура 7 е показано как би изглеждал тест в интерактивен EPUB файл след неговото експортиране от CEO Moodle. Видно е, че съдържанието, структурата и функционалността на въпросите се доближават максимално до тези в CEO.

Функционалността за отговаряне на въпроси и навигация през учебен ресурс се осъществява с помощта на JavaScript. Правилните отговори са скрити в структурата на файловете на е-книга, а отговорите на студентите се оценяват (чрез алгоритъм в кода) и се изпращат до хранилището на учебни записи със съответни xAPI изрази. xAPI изразите се изграждат на базата на текущото действие на студента и максимално описват същността на това действие – кой студент го извършва, какво е точното действие на студента и върху кой обект е направено съответното действие. Колкото един израз съдържа повече информация за случилото се, толкова по-детайлни отчети могат да се направят впоследствие и толкова по-голяма представа се добива за поведението на студентите. Всеки един от елементите, участващи в изразите са стандартизирани и има строго определени начини да бъдат описани. Те съставят така наречения **xAPI профил** на интерактивна

книга. В допълнение, прогресът на студента върху обучителния материал се съхранява в друга точка за достъп на xAPI услугите – **State API**, която описва връзката между потребителя и материалите, запазени в даденото състояние (State). Това е особено полезно, когато достъпът до учебното съдържание се извършва от различни устройства, които не разполагат с вътрешно пространство [LTMG]. Получените xAPI изрази от действията на студентите върху е-книгата могат да бъдат разгледани в сайта на хранилището за учебни записи, което е посочено в настройките на плъгина.

Фигура 7. Визуализация на тест в EPUB

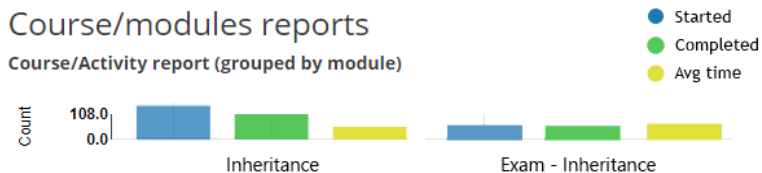
2.6. Отчети за учебната дейност

xAPI твърденията сами по себе си не носят достатъчно ясна информация, когато се четат от преподавателите в чист вид. Едва след преобразуването им до данни, които са четими и могат да бъдат лесно анализирани, те могат да се използват за наблюдение на действията на студентите и намиране на сходно поведение сред групите студенти [Bibiloni`2017]. Съхранените изрази за учебни дейности в хранилището могат да се използват за създаване на диаграми и статистики, които да бъдат включени в определени отчети. Процесът по извличане на необходимите данни от xAPI изразите преминава през няколко етапа:

- получаване на всички необработени xAPI изрази;
- разделяне на изразите на приложими и на неприложими;
- премахване на неприложимите изрази;
- разделяне на групи;
- изчисляване и показване на стойностите за всяка една от групите.

Всеки отчет показва различни части от цялостното взаимодействие на студентите с учебното съдържание, степента на тяхното въвличане в процеса на обучение и желанието им за изучаване на материала. Отчетите могат да се представят в графичен или в табличен вид и да бъдат разграничени в няколко категории в зависимост от това какви данни показват.

Отчети за курс – показват съотношението между броя на обучаеми, които са започнали даден курс и са го завършили и тези които са пропаднали (оставили са го незавършен) като статистиката е на ниво отделен елемент на курса. Друг показател, включен в тези графични отчети е средното време на студентите, прекарано в курса (Фигура 8).



Фигура 8. Примерен отчет за курс (започнали и завършили обучаеми и средно време за елемент)

Отчети за тест – показват за всеки въпрос от теста колко студента са отговорили с един и същи отговор (напр. колко студента са избрали отговор А на въпрос номер 3 от теста) или колко време средно им е отнело, за да отговорят на него. Други възможни отчети показват студентите, групирани според резултата им от теста или най-ниския, среден и максимален резултат от тест.

На Фигура 9 е показана графика с всички оценки на студентите, разделени по групи (налични са пет групи – с резултати от 1 до 3, 3 до 5, 5 до 7, 7 до 9 и 9 до 10). Това позволява бърза проверка как са се представили студентите на теста като цяло и каква е неговата трудност. Всяка колона съответства на броя на студентите, които имат оценка в конкретния диапазон.

Отчети за оценки – показват ключови моменти в оценяването на студентите – въпроси, които са получили най-много грешни отговори или са отнели най-много време за отговаряне. На базата на тях се откриват въпроси, които са прекалено трудни или не са ясно зададени.

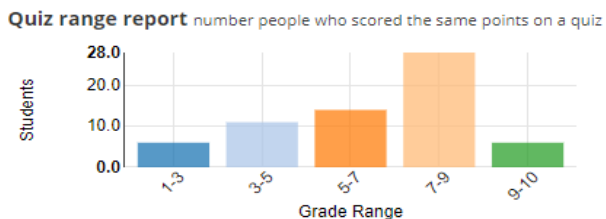
Отчети класации – дават общ поглед върху това кои студенти са постигнали най-добри резултати на тестовете, кои са предали заданията за най-кратко време и кои студенти са с най-много отваряния на учебните материали или са прекарали най-много време на дадени секции в курса.

Отчети за време – избира се период от време (месец, седмица и т.н.) и се оценява конкретен показател (прекарано време в курс, потребители завършили тест и др.). Примери са: отчет за най-чести действия на студентите, общ брой на действията за дадена дата и броя на дейностите на най-активните студенти през зададения период.

Могат да бъдат реализирани и други отчети, като:

- **Отчети за пътя на студентите** – показват всички съхранени xAPI изрази за действията на даден студент в последователността, в която са се случвали. Това дава точна картина на неговия учебен път (конкретните му стъпки) преди завършването на курса.

- **Отчети за ангажираността** на обучаемите – комбинират статистически измервания като брой преглеждания на курс, брой полагания на тест и време, прекарано в елементите на курса, за да се определи, доколко един студент е въввлечен в учебните дейности на курса.
- **Отчети за ефективност** за студентите – показват резултати от тяхното оценяване преди и след завършването на даден курс. Разликата им показват до колко курсът е бил ефективен за обучаемите.



Фигура 9. Отчет с броя на студентите в групи с подобни резултати

2.7. Изводи

Резултатите от изследването във Глава 2 показват подхода и методиката, която би трябвало да се следва за генериране на интерактивен EPUB курс от CEO. Посочват се кои технологии са удачни за осъществяването на целите и се представят задължителните функционалности на софтуера. Създадените модели, методика и средства са сравнително универсални, като позволяват да бъдат моделирани и други системи за експорт в различни среди за е-обучение. Представянето на учебните материали в EPUB формат също е универсално, а добавеното на проследяване на действията на обучаемите може да работи за всяка една от тях. Събрани са нужните елементи за xAPI изразите, комбинирайки идентификатори от няколко xAPI профила, за да се обхванат напълно възможните действия в един интерактивен EPUB курс. Предложени са отчети върху събраните данни от е-книгата, класифицирани в следните категории: отчети за курс, отчети за тест, отчети за оценки, отчети за класации, отчети за време и други. Разработеният модел на език за моделиране на интерактивни дейности може да се използва при описание на различни елементи, интеракциите върху които трябва да изпращат xAPI изрази до хранилище.

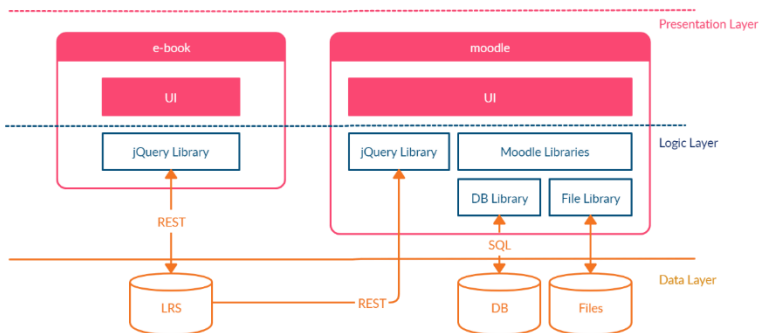
ГЛАВА 3. ПРОГРАМНА РЕАЛИЗАЦИЯ НА ИНТЕРАКТИВЕН EPUB УЧЕБНИК

В Глава 3 се предлага архитектура на модул за експортиране на курсове от CEO Moodle до интерактивен EPUB курс. Модулът преобразува наличните в курса учебни ресурси и дейности до EPUB файл, който от своя страна изпраща студентските действия, извършени върху него. Представена е реализацията на формулираните основни функционални и нефункционални изисквания на модула от Глава 2. Моделите от Глава 2 са конкретизирани при създаването на модула за експорт. Представена е методиката по експорт на съдържанието на учебните

материали, добавяне на интерактивност и възможност за проследяване. Интерактивността е осъществена с помощта на JavaScript, а отчетите върху действията на студентите – с xAPIWrapper и xAPIDashboard библиотеките. В детайли е описана реализацията на отчети върху събраните студентски действия – как те се събират, обработват и показват на преподавателите. Последният раздел (изводи) аргументира адекватността на общите модели и методики, предложени в качеството на решения на Задача 2 и Задача 4.

3.1. Архитектура на модул за конвертиране на Moodle курс в EPUB интерактивна книга

Системата се състои от: е-книга, намираща се на предпочитаното дигитално устройство от потребителя, Apache HTTP server с качен на него Moodle, MySQL база данни и LRS сървър, в които се записват xAPI изразите и се извлича информация, с помощта на REST заявки. Слоевете, които могат да бъдат обособени, са три (Фигура 10): представителен слой (в него влизат потребителския интерфейс на е-книгата и на Moodle сайта), слой на бизнес логиката (в него са jQuery библиотеки, с които се осъществява връзка с хранилището на учебни записи, и останалите библиотеки и функции, заредени на е-книгата и в Moodle) и слой на данни (БД, файлова система и LRS). Комуникацията между е-книгата и LRS сървъра се осъществява чрез заявки, предаващи изразите, които трябва да бъдат записани в JSON [JSON] формат, а между Moodle и LRS сървъра – чрез заявки, които филтрират и връщат необходимите данни в JSON формат. Плъгинът към Moodle, осигуряващ експорт на съществуващите учебни ресурси, използва БД на Moodle и не е необходима никаква промяна по нейната структура.



Фигура 10. Диаграма на системните слоеве

За добавянето на функционалност, позволяваща експортиране на учебни дейности в Moodle, е разработен плъгин (Moodle Plugin), който съдържа цялата логика по преобразуването на един учебен ресурс до валиден формат за е-книги EPUB, добавяйки допълнително нужните интерактивности и функционалности за отчитане на предварително определени действия на потребителите. Плъгинът предлага набор от отчети със записаните данни, с които може да се направи обща картина на поведението на потребителите в процеса на използване на е-книгата.

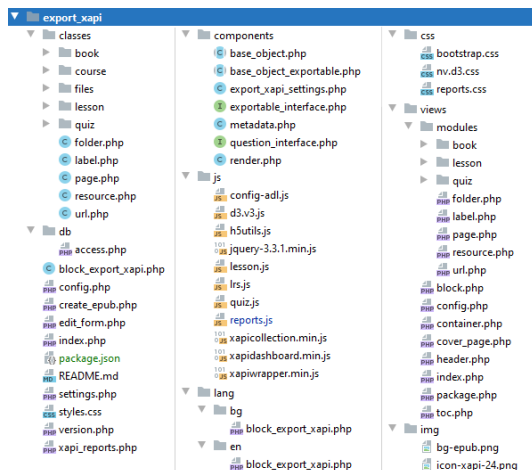
3.2. Функционално разширяване на Moodle

Стандартният начин за създаване на разширения в Moodle не налага промени по основния код на Moodle, а единствено добавяне на функционалност на предварително определени места според нуждите на разработчиците.

В случая, за експортиране на цял курс, трябва да се покаже страница, през която да се управлява експорта на курс. Допълнително трябва да се добави и бърз и удобен достъп до тази страница. За целта е избрано да се направи blocks плъгин, който може да се прибави към всяка страница в Moodle. Първоначално блока ще показва само връзка към страницата за управление на експортираните курсове, а в бъдеще може да показва списък с всички експортирани курсове.

3.3. Структура на модул „EPUB+XAPI експорт“

Най-важното изискване за плъгина “EPUB+XAPI експорт” е да може да експортира курсове до EPUB формат. За създаването му се следват инструкциите в т. 3.2.



Фигура 11. Структура на плъгин „EPUB+XAPI експорт“

За добавянето на функционалност към базовия код на блок плъгина е следван MVC [MVC] модела като функционалността е разделена в няколко групи файлове:

- Моделите на таблиците от БД, които са нужни за експорта на Moodle курс се намират в /classes директория;
- Изгледите се намират във /views папката като има допълнително разпределение в под-папки спрямо съответния модел, който представят;
- Контролерите са само три и се намират в главната папка на плъгина.

Допълнително разпределени в папки са съответно CSS файлове в папка /css, помощни класове и интерфейси в папка /components и JavaScript файлове в папка /js (Фигура 11).

3.4. Създаване на EPUB файл

Една е-книга съдържа точно един експортиран Moodle курс. Свалянето ѝ се инициализира от адреса `//block/export_xapi/create_epub` с извикването на функциите `download_epub()` и `create_epub()` от `course` класа. В последната се намира логиката за генериране на EPUB контейнера и файловете в него, както и за архивирането им до ZIP формат. Обхождат се всички секции в Moodle курса и учебните ресурси в тях. След като е намерен учебният ресурс под формата на обект от клас `course_modules` се извиква метода `get_object()`, който на базата на типа на учебния ресурс намира записа за него от съответната таблица в БД и създава нов обект от класа, отговарящ за него (така за учебен ресурс книга се създава обект от клас `book`, за страница – от клас `page`, за папка – от клас `folder` и т.н.). Новосъздаденият обект за учебния ресурс изпълнява метода `prepare_export()`, който създава файл с помощта на вградената функционалност на Moodle за работа с файлове `file_storage` и го записва в `$manifest` атрибута на обекта (той се използва по-късно за генериране на файловете `manifest` и `spine` в EPUB пакета).

Преминава се през последователност от функции, създаващи необходимите файлове за един EPUB пакет: `create_file_container()`, `create_file_css()`, `create_file_js()`, `create_file_mimetype()`, `create_file_package()`, `create_file_toc()`. Накрая се записват като ZIP архив, с помощта на метода от Moodle файл интерфейса – `archive_to_storage()`, и той се изпраща до потребителя. След създаване на HTML кода на файловете се добавя и функционалността за създаване и изпращане на xAPI изрази. Накрая се зарежда файла `Irs.js` като това позволява променянето на ADL обект (в него се съдържа информация за атрибутите в xAPI изрази) непосредствено преди да се използва в заявките. Така всеки файл за учебна дейност може да променя ADL обекта със специфичните за нея стойности.

3.5. Реализиране на експорт на учебни ресурси и дейности

Експортирането на курс се счита за завършено при успешно експортиране на учебните ресурси и дейности в него (т. 2.5):

- **Експортиране на книга** – HTML кодът за EPUB файловете се генерира, използвайки съответните записи в базата данни за елемента Книга. След това се добавя интерактивност, която в случая се свежда до проследяване на основни действия на потребителя като отваряне, завършване на елемента и преминаване от една глава на книгата в друга. Базовите действия се изпращат от скрипта в JavaScript файла – `Irs.js`, като използва съответните стойности на създадения ADL обект за всяка част от xAPI израза: `object – ADL.moduleData.object`, `context – ADL.moduleData.context`.
- **Експортиране на етикет** - експортирането на елемента Етикет става аналогично на елемента книга. При логиката няма допълнителни неща различаващи се от основната функционалност за изпращане на xAPI изрази.
- **Експортиране на страница** - Добавена е функционалност да следи колко време потребителят прекарва на страницата. Това е реализирано като при зареждането на страницата и изпращането на xAPI израз `launched` се

записва и част от този момент в локалната сесия под ключ `startTime`. Това дава възможност при изпращане на `completed` израза при преминаване в друга учебна дейност да се изпрати и продължителността от време, която потребителят е отделил за четете на страницата. Продължителността се изпраща в обекта за XAPI израза под `result.duration` и приема стойност според стандарта ISO 8601 Durations [ISO].

- **Експортиране на URL** - експортирането на елемента URL е аналогично с това на останалите учебни ресурси.
- **Експортиране на папка** - интерактивностите са еднакви с тези при елемент Книга с разликата, че тук се записва и кога потребителят е отворил някой от файловете. Разликата в xAPI изразите се изразява в обект атрибута, където типа му е `ADL.ebookActivityType.module`.
- **Експортиране на файл** - функционалността по експортиране, показване и прибавянето на файла е еднаква с тази за папки. Типа на обекта в xAPI изразите е: `ADL.ebookActivityTypes.file`.
- **Експортиране на урок** – следва логиката по експорт на останалите елементи. За разлика от учебните ресурси, където интерактивността е представена с няколко JavaScript функции, при учебните дейности е по-сложна и за улеснение на поддръжката е изнесена в отделен файл – *lesson.js*. В него се намират допълнителни функции за интерактивното представяне и преминаване през страниците на урока и за отговарянето на шестте вида въпроси, налични за страниците от урока. XAPI изразите обслужващи елемента Урок имат обект от тип `ADL.ebookActivityTypes.lesson` с името и описанието на урока, а контекстът е еднакъв с този на останалите учебни ресурси – групирани с обектите за курс и CEO.
- **Експортиране на тест** – аналогично с елемента урок. Интерактивността при тестовите в EPUB формат е постигната с добавянето на JavaScript файл *quiz.js*. При зареждане на HTML кода за тест се изпълнява метод *iniQuiz()*, който зарежда всички нужни данни за нормалното функциониране на теста (въпроси, обратна връзка, верни отговори и т.н.). Обектът при xAPI изразите е от тип `ADL.ebookActivityTypes.assessment` с име и описание – това на теста.

3.6. Настройки на модула

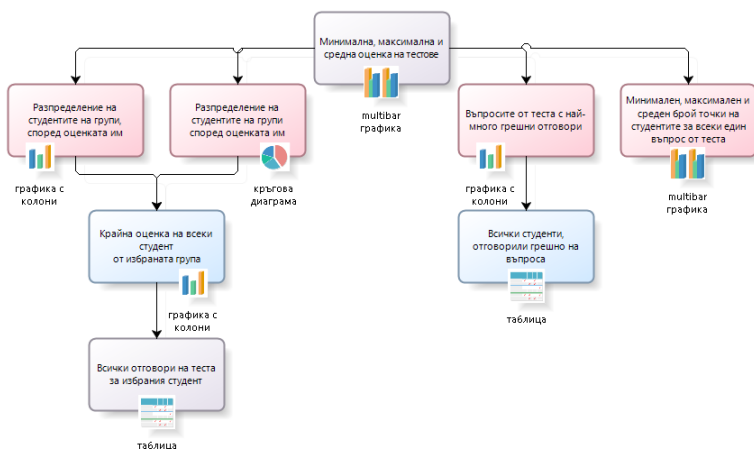
Настройките на Moodle блок са от два типа: **глобални** и **индивидуални**. Те се различават по техния обхват. Веднъж въведени, **глобалните настройки** се прилагат на всички инстанции от един и същи Moodle блок. В плъгина „EPUB+XAPI експорт“ е създадена страница за настройки с възможност за промяна на данните за връзка към LRS – **URL**, **потребителско име** и **парола**. Те ще се използват при генерирането на EPUB файлове, независимо от коя инстанция на Moodle плъгина е инициализирано то, и ще запазят комуникацията с хранилището еднаква. **Индивидуалните настройки** на блока се прилагат на конкретната инстанция на плъгина в сайта и могат да имат различни стойности за всяка една от тях. В плъгина

е добавена настройка за изпращане на допълнителна информация с всяка xAPI заявка до LRS. Добавено е текстово поле, в което може да се запише **таг/категория**, която да се прибави към xAPI изразите в контекста от тип таг – "http://id.tincanapi.com/activitytype/tag".

3.7. Визуализиране на данни от хранилище с учебни записи

Модулът за визуализиране на данни от LRS се състои от страница с отчети, направени с помощта на събраните учебни данни в хранилището. Достъпът до страницата е ограничен и само преподавателите могат да я отворят.

За изтегляне на xAPI изразите се използва JavaScript библиотеката от добавения файл `haricollection.js`, а за визуализацията им под формата на различни графики – тази от файла `haridashboard.js`. Генерирането на един отчет включва използването и на двете библиотеки. Те описват и надграждат статичния обект ADL, чрез който се извикват всички останали методи, водещи до показването на отчети. Collection обектът предоставя възможност да се изпълняват заявки, подобни на тези в SQL, които да филтрират и групират информацията за студентите, намираща се в хранилището. Обектът от втория клас – Dashboard, може да генерира набор от графики, зависещи главно от вида на изтеглената информация, нейната обработка и нейното предназначение. Файловете `nv.d3.css`, `d3.v3.js` и `h5utils.js` са заредени предимно, за да се подобри вида на отчетите и представената от тях информация.



Фигура 12. Връзки между диаграмите в секция „Резултати от тестове“

Методите, изграждащи графиките, са изнесени в отделен JavaScript файл – `reports.js`, и следват структурата на HTML кода като за всяка секция има отделна функция, отговаряща единствено за диаграмите в нея. Всяка секция се състои от няколко взаимосвързани графики (при посочване на дадена стойност от първата от свързаните диаграми, се визуализират следващите диаграми, които допълнително описват избраната величина). Първата заредена графика показва multi-bar диаграма (от колонен тип) с минимална, максимална и средна оценка на тестовите от курса. При избиране на тест в нея се построяват съответно: pie (кръгова)

диаграма за оценките на студентите на теста, разделени в няколко групи според получения резултат; колонна диаграма за въпросите от теста с най-много сгрешени отговори; и диаграма, подобна на първата, само че показваща минимален, среден и максимален резултат за всеки един от въпросите в изборния тест (Фигура 12).

Има още няколко нива на свързаност в диаграмите. Когато се избере въпрос от графиката с грешни отговори, се показва таблица с всички студенти, отговорили грешно на него. А когато се избере група от кръговата диаграма, се показват студентите, получили оценка в рамките на групата. Последният от свързаните елементи се построява след посочване на студент и представя таблица с всички отговори на студента и тяхната вярност.

3.8. Изводи

Разработената система пресъздава интеракциите от учебните курсове в е-книга. Експортирани са 8 учебни ресурси и дейности (книга, етикет, страница, URL, папка, файл, урок и тест). Създаването на е-книга във формат EPUB, достъпна от всички мобилни устройства, улеснява обучението на студентите и им предоставя още една учебна среда, достъпна навсякъде и по всяко време. Всички възможни действия на студентите имат модел, по който да се изпращат до хранилище за учебни записи и са достатъчни за реализацията на обстойни отчети. Дейности, които се проследяват по време на обучението са: отваряне и завършване на учебен ресурс или дейност, отговаряне на въпрос (изпращаните данни са различни за всеки тип въпрос), приключване на тест, преминаване на следваща страница на урок и приключване на урок. Реализирани са взаимосвързани отчети за по-удобно анализиране на информацията от преподавателите.

ГЛАВА 4. ЕКСПЕРИМЕНТ. ПРОВЕЖДАНЕ НА ОБУЧЕНИЕ С ИНТЕРАКТИВЕН EPUB КУРС

С цел провеждане на експеримент е направен интерактивен EPUB курс и е приложен в обучението на студенти от ПУ. Разработеният модул в Глава 3 е добавен в SEO, използвана от студентите в тяхното обучение. Това не коства никакви допълнителни усилия на преподавателите по създаването на учебни материали, и същевременно позволява обучението да премине и чрез мобилните устройства на обучаемите. Описани са методологията на експеримента и резултатите от проведеното обучение. В 4.3 се представя анкетна карта за EPUB курса (включващ елементите и принципите, засегнати в Глава 2 на дисертацията) и удовлетвореността на студентите и преподавателите от него.

4.1. Постановка на експеримента

Проведено е изследване на възможността за използване на създаваните интерактивни е-книги за обучение чрез подхода от Глава 3. За целта е добавен плъгин „EPUB+XAPI експорт“ в Moodle курсове, използвани за обучението на студенти от Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ по дисциплините „Обектно-ориентиран дизайн и програмиране (C++)“ – избираема дисциплина за бакалавърските специалности във Факултета по математика и информатика (участвали 17 обучаеми) и „Езици за програмиране“ – за бакалавърска специалност

Глава 4. Експеримент. Провеждане на обучение с интерактивен EPUB курс „Лингвистика с информационни технологии“, 2 курс на Филологическия факултет (участвали 25 обучаеми). Плъгинът е използван от студентите за експортиране на цялото съдържание на курса в интерактивен файл в EPUB формат, с помощта на който те ще изучават учебния материал. След преминаването през него, студентите трябва да попълнят анкета относно как е протекло обучението им, използвайки EPUB файла, и как се съотнася то с обучението им до сега по традиционни методи в CEO Moodle. Плъгинът предоставя на преподавателите страница с отчети за представянето на студентите, в която те могат да анализират резултатите от проведеното обучение. Направени са анкети за двете основни групи участници в обучението – студенти и преподаватели. Направен е опит да се оцени ефикасността на работа на групите с е-книгите и EPUB формата, и доколко те могат да се използват във формалното обучение. Следва методологията и организацията на изследването, както и анализ на получените резултати от двете анкети.

4.2. Методология на експеримента

Методологията на изследването се базира на емпиричен подход (въпросник). Поради същността му участниците в него са разделени в две групи – студенти и преподаватели. За събиране на първични данни за всяка една от групите е създаден по един въпросник. Анкетите са създадени по начин, по който без да отнемат много време за попълване, дават ясна оценка на отношението към използване на EPUB книги в обучението. Следват вариация на структурата за анкети COLLES (Constructivist On-Line Learning Environment Survey) [COLLES], която се състои от шест секции, всяка от които помага да се изясни определен аспект на качеството на обучение с интерактивни EPUB файлове. Въпросите от анкетите са разпределени в следните шест секции:

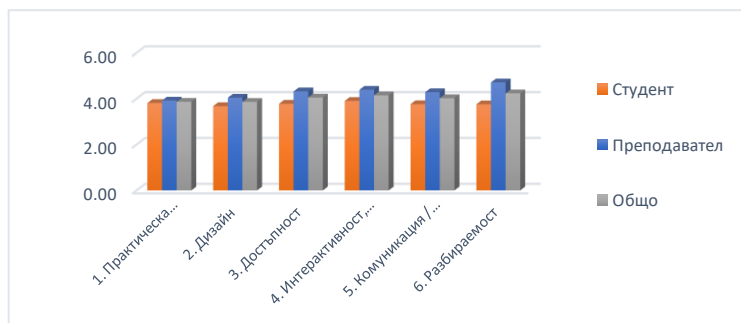
1. **Практическа приложимост** – целяща да разбере колко приложимо е използването на EPUB интерактивни материали във формалното обучение;
2. **Дизайн** – колко интуитивно е представено учебното съдържание в EPUB файловете и дали представлява трудност неговото използване;
3. **Достъпност** – оценява възможността за достъпване на материалите в EPUB формат и тяхното използване на различните мобилни устройства;
4. **Интерактивност, подкрепа и обратна връзка** – до колко интерактивността в EPUB файла се доближава до тази в CEO и дали е навременна обратната връзка, получена при извършените интерактивни действия;
5. **Комуникация/взаимопомощ** – дали студентите получават нужната подкрепа и дали са склонни да предоставят своята на останалите;
6. **Разбираемост** – доколко обучението с EPUB файлове се доближава до традиционното обучение и разбираеми ли са задачите, съпътстващи учебния материал в интерактивните EPUB файлове.

Общо въпросите в анкетата за студенти са 21 като 2 от тях са отворени, а за преподавателите са 28, като 3 от тях отворени. Броят им е различен за целевите групи, т.к. всяка от тях използва плъгина по различно предназначение. Въпросите

имат няколко възможни отговора. Анкетираният трябва да покажат до каква степен са съгласни с тях по скала на Ликерт [Likert] с 5 точки (1 точка – почти никога, 2 точки – рядко, 3 точки – понякога, 4 точки – често, 5 точки – почти винаги).

4.3. Анализ на резултатите

Анализът на резултатите от анкетата в първата целева група се базира на отговорите на 42 студента от Факултета по математика и информатика на ПУ за дисциплината „Обектно-ориентиран дизайн и програмиране (C++)“, участвали в експеримента, а на втората – на базата на 14 преподавателя от Пловдивския университет, запознати с функционалността на плъгина „EPUB+XAPI Експорт“. На Фигура 13 е показан средния резултат, получен за всяка една от секциите на анкетите за студенти, преподаватели и общо за двете целеви групи. Наблюдава се по-висок среден резултат при преподавателите, отколкото при студентите (**4.28** към **3.78**). Преподавателите, използвайки Moodle по-дълго време от студентите, имат по-добра представа за това как учебните ресурси в EPUB формат се съпоставят с тези в Moodle.



Фигура 13. Средно аритметично на резултатите, получени в отделните секции на анкетата за студент, преподавател и общо

Твърденията дадени за секция 1 „Практическа приложимост“ ясно показват, че и студентите (среден резултат 3.82 за четирите твърдения) и преподавателите (среден резултат 3.92 за деветте твърдения) имат положително мнение за използването на EPUB учебни ресурси в обучението. За секция 2 „Дизайн“ отново се наблюдава положително отношение като средния резултат при студентите е 3.68, а при преподавателите – 4.05. Това е най-ниско оценената секция от страна на студентите. Четирите твърдения относно достъпността на EPUB материалите в секция 3 са със среден резултат 3.78 при студентите и с по-висок – 4.32 при преподавателите. Секция 4 „Интерактивност, подкрепа и обратна връзка“ е най-високо оценената секция от студентите. Тя има средни резултати около „Често“ – студентите са с 3.90 за трите твърдения в нея, а преподавателите са с 4.39 за техните четири твърдения. Студентското отношение към секция 5 „Комуникация/ Взаимопомощ“ е положително. Те се съгласяват, че EPUB курсът насърчава комуникацията и сътрудничеството помежду им и е сравнително лесно предоставянето му. При преподавателите са отчетени същите положителни

резултати. За секция 6 „Разбираемост“ е събран най-високият среден резултат измежду всички анкетирани. Студентите са с 3.76, а преподавателите – с 4.71 на трите твърдения от тази секция. Отношението към EPUB е позитивно. Със среден резултат от **4.03** за шестте секции на анкетата, мнозинството от попълнителите анкетата смята, че учебните ресурси в EPUB формат покриват изискванията във всяка една от тях.

4.4. Изводи

В Глава 4. е представен опит за прилагане на EPUB учебни ресурси в действителното обучение на студенти във ФМИ на ПУ. Те са успешно генерирани от вече съществуващи курсове в използваната от университета CEO, без да се налага допълнителната им обработка за целта. С това се потвърждава адекватността и универсалността на избрания подход в Глава 2. за създаване на интерактивни електронни ресурси. Направено е анкетно проучване за готовността на EPUB да се използва в процеса на обучение и са анализирани отговорите както на студенти, така и на преподаватели. Крайният резултат е положителен и показва одобрението на този вид материали. Поради времето и ресурсите резултатите от анкетите не се считат за окончателни. Резултатите показват цялостното положително отношение към обучението с EPUB ресурси и улеснението, което те предоставят с ежедневно използване на мобилни устройства от хората.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новите изисквания в образованието насърчават използването на всякакви технологични устройства (от мобилни устройства до таблети и електронни четци). Заедно с развиването на е-книгите и възможностите им, те се очертават като един лесно достъпен начин за представяне на учебно съдържание по един интерактивен и удобен за обучаемите вид. Добавянето на технологии за проследяване на действията на студентите позволява на е-книгите да се доближат максимално до функционалностите на средите за е-обучение и да предложат още една алтернатива за провеждане на обучение и унифицираност на учебните ресурси и подходи. Вместо да използват различни CEO по време на тяхното обучение, студентите могат да използват EPUB книгите, за да получат консистентно представяне на учебното съдържание и еднакъв набор от функционалности, с които могат да си служат. Освен това, с имплементиране на проследяването, действията им ще се записват на едно и също място (хранилище за учебни записи), а не само в текущата CEO. Данните от хранилищата се записват и изтеглят по стандартизирани начини, спомагайки за оперативната им съвместимост с други системи. Съхраняването на данни за учебните действия, предприети от студентите, позволява да се направи пълна картина на техния учебен път и да се анализират стъпките, които са довели до крайните им резултати. Преглеждането им позволява на преподавателите да получат представа как могат да подобрят учебните материали и заедно с тях цялостното учебно изживяване на обучаемите.

В рамките на дисертационното изследване са решени следните основни задачи:

- Задача 1.** Проучване на теории, модели, стандарти и системи, свързани с използване на EPUB учебно съдържание;
- Задача 2.** Проектиране на подход за създаване, съпровождане и проследяване на интерактивни учебни дейности в независима мобилна среда;
- Задача 3.** Създаване на модели на език за описание на интерактивни учебни дейности и на процеса за проследяване на тези дейности, осъществени в различни образователни среди;
- Задача 4.** Проектиране, реализация и тестване на софтуерен инструмент за конвертиране учебни дейности от среда за е-обучение в проследимо интерактивно EPUB учебно съдържание.

С решаването на задачи 1 – 4 е **постигната основната цел** на дисертационното изследване: да се предложат, изследват и апробират средства (модели, методи и инструменти), подходящи за създаване, съпровождане и проследяване на интерактивни учебни дейности в мобилна среда.

Приноси

Основните приноси на дисертацията могат да се характеризират като научни, научно-приложни и приложни.

Научни приноси на дисертационното изследване са:

- H1.** Създаден е общ модел на процес за проследяване на интерактивни учебни дейности, осъществени в различни образователни среди;
- H2.** Създаден е модел на език за описание на интерактивни учебни дейности.

Научно-приложни приноси на дисертационното изследване са:

- HP1.** Предложен е подход за създаване, съпровождане и проследяване на интерактивни учебни дейности в независима мобилна среда;
- HP2.** Предложена е архитектура на система за автоматично създаване на интерактивна е-книга и съпровождане и проследяване на обучението чрез нея.

Приложни приноси на дисертационното изследване са:

- P1.** Реализиран е софтуерен прототип на инструмент (модул) за създаване, съпровождане и проследяване на интерактивни учебни дейности;
- P2.** Направен е анализ на мненията на потребители (студенти и преподаватели), на базата на проведен експеримент на обучение чрез интерактивна е-книга.

Перспективи за развитие

Поради своята общност, резултатите на дисертационното изследване от Глава 2. (подход за създаване на EPUB учебник, експортиране на е-курс от CEO в EPUB, език за моделиране на интерактивни учебни дейности, събиране на данни за учебните действия на обучаемите и видове отчети за учебната дейност) могат да бъдат използвани/мултиплицирани за създаване на интерактивни е-книги и отчети и в други CEO и предметни области.

Резултати от Глава 3. могат да бъдат в основата на следващи изследвания в следните 3 (три) направления:

- разширяване на учебните дейности, подлежащи за създаването на интерактивни е-книги;
- използване на модела на език за описание на интерактивни учебни дейности за други учебни дейности, базирани на различни технологии;
- разработване на прототипи за създаване, съпровождане и проследяване на интерактивни учебни дейности и в други CEO.

Перспективите за развитие на тематиката може да се разглеждат в по-близък и в по-далечен план.

В близка перспектива, на дневен ред са следните задачи:

- разработване на възможност за създаване на интерактивна е-книга, съдържаща всички видове учебни дейности в COE Moodle;
- добавяне на функционалност за коментиране на текстове от е-книгата;
- допълнително персонализиране на отчетите за преподаватели в създадения модул.

В по-далечна перспектива предстои създаване на:

- методика и съответни инструменти за генериране на интерактивни е-книги от други CEO;
- създаване на игровизиран EPUB интерактивен учебник.

Апробация на резултатите

Основните резултати на изследването са докладвани на катедрени семинари, на национални и международни научни форуми.

Резултати от дисертационното изследване са представени в 6 (шест) публикации – 3 (три) в специализирани списания и 3 (три) – в трудовете на конференции (1 национална и 2 международни). Забелязани са цитирания на 2 (две) от публикациите по темата в 3 (три) научни изследвания (1 от чуждестранни автори и 2 от български (вж. Списък на забелязани цитирания).

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

1. **Takev, M.**, E. Somova, Collaborative learning and assessment in E-learning IX Национална конференция „Образованието и изследванията в информационното общество”, 26-27.05.2016, Пловдив, 2016, с. 153-161.
2. Gachkova M., **M. Takev**, E. Somova, Learning and Assessment Based on Gamified e-Course in Moodle, Mathematics and Informatics, vol. 61, Number 5, 2018, p. 444-454. (**Web of Science**)
3. **Takev M.**, M. Rodriguez-Artacho, E. Somova, Creating Interactive and Traceable ePub Learning Content from Moodle Courses, Mathematics and Informatics, vol. 4, Number 62, 2019, p. 459-470. (**Web of Science**)
4. **Takev M.**, E. Somova, M. Rodriguez-Artacho, Converter from Moodle lessons to interactive EPUB ebooks, Mathematics and Informatics, vol. 62, Number 6, 2019, p. 616-625. (**Web of Science**)

5. **Takev M.**, E. Somova, M. R. Artacho, M. Castro, S. Martin, Can e-book technology be enough to support e-learning?, IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON'2020, April 28-30th, 2020. (**IEEE Xplorer, Web of Science, SJR= 0.21**)
6. **Takev M.**, E. Somova, S. Gaftandzhieva, M. Rodriguez-Artacho, System for creation, support and tracking of interactive learning activities, presented: 9-th international scientific conference "Engineering, technologies and systems", TechSys 2020 , published: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, doi:10.1088/issn.1757- 899X; Online ISSN: 1757-899X; Print ISSN: 1757-8981, 2020. (**Scopus, SJR = 0.192**)

СПИСЪК НА ЗАБЕЛЯЗАНИТЕ ЦИТИРАНИЯ

1. **Takev, M.**, E. Somova, Collaborative learning and assessment in E-learning IX Национална конференция „Образованието и изследванията в информационното общество“, 26-27.05.2016, Пловдив, 2016, с. 153-161.
 - 1.1. Sharifah Masitah Binti Syed Salim, Overview of Collaborative E-Learning, International Journal of Education and Learning Systems
2. Gachkova M., **M. Takev**, E. Somova, Learning and Assessment Based on Gamified e-Course in Moodle, Mathematics and Informatics, vol. 61, Number 5, 2018, p. 444-454. (Web of Science)
 - 2.1. R. Doneva, S. Gaftandzhieva, G. Totkov, DIGITAL MATURITY MODEL FOR BULGARIAN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS, EDULEARN19 Proceedings, ISBN: 978-84-09-12031-4, ISSN: 2340-1117, 2019, pp. 6111-6120, <https://library.iated.org/view/DONEVA2019DIG> (**Web of Science**, предстояща индексация).
 - 2.2. Paul, Ranjit & Baruah, A & Gaftandzhieva, Silvia & Kausar, Samina & Hussain, Sadiq & Doneva, Rositsa, Exploring Student Academic Performance Using Data Mining Tools, International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET). 15. 15. 10.3991/ijet.v15i08.12557, 2020 (**Web of Science, Scopus, Q2, SJR=0.22**, предстояща индексация).

ЛИТЕРАТУРА

- [Тотков`2011] Тотков Г., Е-обучението в информационното общество: технологии, модели, системи, Университетско издателство П. Хилендарски, Пловдив, 2011.
- [Artacho`2002] Artacho M., M. F. Verdejo, High Level design of Web-Based environments for distance education, Computers and Education in the 21st Century, Springer, 2002.
- [Bibiloni`2017] Bibiloni A., A. Oliver, J. Molino, Automatic collection of user behavior in 360° multimedia. Multimedia Tools and Applications., vol. 77, 2017.
- [Carvajal`1999] Carvajal D., Racing to convert books to bytes, The New York Times, 1999.
- [Chang`2018] Chang H.-P. A., J. C. B. Hung, Comparison of the features of EPUB e-book and SCORM e-learning content model, International Journal of Distance Education Technologies, vol. 16, № 2, pp. 1-17, 2018.

- [Corbi`2014] Corbi A., D. Burgos, Review of Current Student-Monitoring Techniques used in eLearning-Focused recommender Systems and Learning analytics, The Experience API and LIME model Case Study. IJIMAI, 2(7), pp. 44-52, 2014.
- [Gaftandzhieva`2016] Gaftandzhieva S., N. Kasakliev, R. Doneva, Mobile Application for Quality Evaluation of Learning, QED'16: Technology Advanced Quality Learning for ALL, Sofia, Bulgaria, 2016.
- [Hawkins`2000] Hawkins D., Electronic Books: A Major Publishing Revolution. Part 1: General Considerations and Issues, vol. 24, № 4, 2000.
- [Kevan`2016] Kevan J., P. Ryan, Experience API: Flexible, Decentralized and Activity-Centric Data Collection, Tech Know Learn, vol. 21, № 143, 2016.
- [Landoni`2007] Landoni M., G. Hanlon, E-book reading groups: interacting with e-books in public libraries, The Electronic Library, vol. 25, № 5, pp. 599-612, 2007.
- [Leporini`2019] Leporini B., C. Meattini, Personalization in the Interactive EPUB 3 Reading Experience: Accessibility Issues for Screen Reader Users, pp. 1-10, 2019.
- [Morgan`1999] Morgan E., Electronic books and related technologies, Computers in Libraries, vol. 19, № 10, pp. 36-39, 1999.
- [Murphy`2012] Murphy A., N. Martin, H. Farley, Using e-readers to increase access to course content for students without internet access, ASCILITE 2012 - Annual conference of the Australian Society for Computers in Tertiary Education, Wellington, New Zealand, 2012.
- [Prasetya`2018] Prasetya D., A. Wibawa, T. Hirashima, An interactive digital book for engineering education students, World Transactions on Engineering and Technology Education, p. 16, 2018.
- [Saliah-Hassane`2014] Saliah-Hassane H., Mobile open online laboratories: A way towards connectionist massive online laboratories with xAPI (c-MOOLs), IEEE Frontiers in Education Conference, Madrid, Spain, 2014.
- [Stoyanova-Petrova`2011] Stoyanova-Petrova, S., N. Kafadarova, Performance-centered E-learning and M-learning OFCS Course, ED-MEDIA 2011-World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Lisbon, Portugal, 2011.
- [Tse`2013] Tse E., Special issue on child computer interaction, Personal and Ubiquitous Computing, vol. 17, № 8, pp. 1573-1575, December 2013.
- [ADL] ADL Vocabulary, <http://xapi.vocab.pub/datasets/adl>, последно посетен на 06.01.2020
- [BPGC] Best Practice: Group Collaboration, https://en-us.help.blackboard.com/Learn/9.1_2014_04/Instructor/080_Collaboration/050_Course_Groups/100_Best_Practices_Groups/010_Best_Practice_Group_Collaboration, последно посетен на 03.02.2020
- [CL] Collaborative learning, <https://dpi.wi.gov/sites/default/files/imce/cal/pdf/guiding-principles4.pdf>, последно посетен на 03.02.2020
- [CL44] Collaborative Learning – 44 benefits of collaborative learning, <http://www.gdrc.org/kmgmt/c-learn/44.html>, последно посетен на 03.02.2020
- [COLLES] COLLES, <https://surveylearning.moodle.com/colles/>, последно посетен на 03.02.2020

Литература

- [EdrLab] edrLAB, <https://www.edrlab.org/epub/anatomy-of-an-epub-3-file>, последно посетен на 07.01.2020
- [EPUB3] EPUB 3 Overview. Final Community Group Specification 08 May 2019, <https://www.w3.org/publishing/epub/epub-overview.html>, последно посетен на 03.02.2020
- [IDPF] International Digital Publishing forum (IDPF). EPUB 3.0.1, <http://idpf.org/epub/301>, последно посетен на 06.01.2020
- [ISO] ISO 8601 duration format, https://www.digi.com/resources/documentation/digidocs/90001437-13/reference/r_iso_8601_duration_format.htm, последно посетен на 21.03.2020
- [JSON] JSON Activity Streams and Vocabulary, <https://activitystrea.ms/>, последно посетен на 21.01.2020
- [Likert] Likert-type scale, <https://www.britannica.com/topic/Likert-Scale>, последно посетен на 03.02.2020
- [Lin'2011] S. S.-J. Lin, E. Z.-F. Liu, S.-M. Yuan, Web Based Peer Assessment: Attitude and Achievement, <http://www.ewh.ieee.org/soc/es/May2001/05/Begin.htm>, последно посетен на 06.01.2019
- [LRS] Learning Record Store, <https://www.sproutlabs.com.au/blog/what-is-a-learning-record-store-and-why-do-you-need-one/>, последно посетен на 21.03.2020
- [LTMG] The Learning Technology Manager's Guide to the xAPI, <https://www.ht2labs.com/xapi-guide-download>, последно посетен на 06.01.2020
- [Moodle Plugins] Moodle Plugins, <https://moodle.org/plugins>, последно посетен на 06.01.2020
- [MVC] What is MVC design pattern?, <https://www.educba.com/what-is-mvc-design-pattern/>, последно посетен на 21.03.2020
- [RP] Repo for xapi authored profiles, <https://github.com/adlnet/xapi-authored-profiles>, последно посетен на 12.12.2019
- [SALE] Student's Academic Level Evaluation, <http://www.lib4dev.in/info/nikhildutta333/student-performance-prediction/184567131>, последно посетен на 03.02.2020
- [TC] Tin Can API registry, <https://registry.tincanapi.com>, последно посетен на 17.05.2020
- [WTDF] What is 360 Degree Feedback?, <https://www.custominsight.com/360-degree-feedback/what-is-360-degree-feedback.asp>, последно посетен на 06.01.2019
- [XBC] xAPI Browse Concepts, <http://xapi.vocab.pub/browse/index.html>, последно посетен на 06.01.2020
- [XD] xAPI-Dashboard, <https://github.com/adlnet/xAPI-Dashboard>, последно посетен на 12.12.2019
- [XP] XAPI profiles, <https://github.com/adlnet/xapi-profiles>, последно посетен на 12.12.2019
- [XSpec] xAPI Specification, <https://xapi.com/specification>, последно посетен на 06.01.2020
- [XW] xAPI Wrapper, <https://github.com/adlnet/xAPIWrapper>, последно посетен на 07.01.2020