

Тодор Ангелов Ангелов

**АВТОМАТИЗИРАНО ГЕНЕРИРАНЕ НА ТЕСТОВЕ
ЗА ДИАГНОСТИКА И РАЗВИТИЕ НА КОГНИТИВНИ УМЕНИЯ**

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“

Научен ръководител:

проф. д.м.н. Георги Атанасов Тотков

Рецензенти:

Проф. д-р Кънчо Йорданов Иванов

Доц. д-р Красимира Минкова Иванова

Пловдив

2018 г.

Дисертационния 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 16.02.2018 г.

Дисертационният труд *„Автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения“* съдържа 137 страници. Списъкът на използваната литература включва 78 източника (от които 23 на български, 11 на руски, 8 на английски и 36 Интернет-източника на английски, български и руски на латиница). Списъкът на авторските публикации по темата се състои от 5 заглавия.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 14.05.2018 г. от 11.30 ч. в Заседателната зала на ПУ „П. Хилендарски“ (Нова сграда, бул. „България“ № 236).

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

Автор: Тодор Ангелов Ангелов

Заглавие: *„Автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения“*

AUTOMATED GENERATION OF TEST UNITS FOR DIAGNOSIS AND DEVELOPMENT OF COGNITIVE SKILLS

Todor Angelov Angelov

The main objective of the PhD thesis is to propose means for automation of processes of generation of test units for diagnostics and development of cognitive skills.

The study presents software prototype and the architecture of a web-based system for automated generation of test units for diagnostics and development of cognitive skills. The system supports a database (DB) containing information objects of different type (text, images), including metadata used in the generation process. The database is updated through queries to external information sources (to supply the objects themselves) and with next addition of attributes. For example, an image can be accompanied by a textual description and metadata (as part of an e-learning process), a Bulgarian lexema – with automatically generated phonetic transcription and syllabicate, and so on. The supported and updated specific image metadata system (including color, size, purpose, etc.) and for lexems (composite sounds, syllables, etc.) provides an opportunity to generate test units for diagnosis and cognitive development. The selection of objects from DB suitable for insertion in a test unit of a certain type (for example, to distinguish objects with different characteristics) is performed by a query to the database for extraction of objects according to the value of the accompanying metadata.

СЪДЪРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Използвани съкращения | 5 |
| Увод | 6 |
| 1. Състояние на изследванията в областта | 8 |
| 1.1. Основни понятия..... | 9 |
| 1.2. Диагностика и развитие на когнитивни умения | 9 |
| 1.3. Е-обучение | 10 |
| 1.4. Изводи..... | 12 |
| 2. Модели, система и методика за генериране на когнитивни тестове | 13 |
| 2.1. Класификация на когнитивни ТЕ..... | 13 |
| 2.2. Модели на когнитивни тестове | 16 |
| 2.3. Архитектура на система за генериране на когнитивни тестове..... | 18 |
| 2.4. Методика за автоматизирано генериране на когнитивни тестове..... | 22 |
| 2.5. Заключение..... | 24 |
| 3. Реализация | 25 |
| 3.1. Използвани средства..... | 25 |
| 3.2. База данни за когнитивни тестови единици..... | 29 |
| 3.3. Софтуерен прототип..... | 29 |
| 4. Експерименти и резултати | 34 |
| 4.1. Възможности за потребителите | 34 |
| 4.2. Управление на изображения | 35 |
| 4.3. Управление на метаданни и лингвистични ресурси..... | 37 |
| 4.4. Генериране на тестове..... | 39 |
| 4.5. Експеримент..... | 41 |
| Заклучение | 42 |
| Приноси на дисертационния труд | 42 |
| Перспективи за развитие..... | 43 |
| Литература | 43 |
| Публикации по темата на дисертационния труд | 46 |

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

| | | |
|-------|---|--|
| БД | – | База от данни |
| БДКТЕ | – | БД с когнитивни тестови единици |
| БЕ | – | Български език |
| ДГ | – | Детска градина |
| ДОС | – | Държавен образователен стандарт |
| ЗПУО | – | Закон за предучилищното и училищното образование |
| ИКТ | – | Информационни и комуникационни технологии |
| КТ | – | Когнитивен тест |
| КТЕ | – | Когнитивна тестова единица |
| МОН | – | Министерство на образованието и науката |
| СеО | – | Система за електронно обучение |
| СОП | – | Специални образователни потребности |
| ТВ | – | Тестов вариант (тест) |
| ТЕ | – | Тестова/и единица/и |
| LMS | – | Learning Management System (среда за управление на учебно съдържание) |
| PeU | – | Plovdiv e-University, Пловдивски електронен университет |

Увод

Информационните и компютърни технологии (ИКТ) играят важна роля в живота на съвременния човек и неговото образование. Прилагането на компютър в обучението дава възможност за по-добра организация на обучението в масовите училища и начините и методите за представяне на словесния и нагледен материал.

Бурното развитие на ИКТ създава условия за приложение на нови методи и форми на обучение (спец. на е-обучение), диагностика и развитие на различни когнитивни умения, както и за масово разпространение на дидактически тестове, онлайн форми на анкети и проучвания, и др. Интересът към теста като елемент на обучението нараства и с масовото използване на компютрите и други електронни устройства и Интернет, и опитите за неговото използване в процеса на автоматизиране на обучението. Интересът към теста се увеличава с тенденцията за масовото използване на интерактивните бели дъски в обучението.

Тестовите се използват в почти всички аспекти от ежедневието на човека – обучение, бизнес, развлечение и др.

Тестове за диагностика на когнитивните умения се използват все по-често и във фирмите при наемане на служители, за да се прецени тяхната интелигентност, мислене и креативност. Както и при проследяване на развитието им на професионално ниво.

Когнитивните умения се отнасят до менталните процеси, свързани с придобиване на знание, включително на мислене, разбиране, запаметяване, преценяване и решаване на проблемни ситуации и др.

В обучението на деца в предучилищна възраст активно се използват тестове за развитие на когнитивни умения, както и тестове за диагностика на отделни етапи от тяхното развитие. В края на предучилищната подготовка също се прилагат тестове за диагностика на готовността на детето за училище. Използват се и когнитивни тестове за ранна диагностика на забавено развитие и обучителни затруднения.

Голяма част от тестовите в детска възраст са насочени към развитието на езиковите умения. Повечето езикови задачи включват фонетични задачи, т.е. такива, при чието създаване се налага подбор на думи с наличие или отсъствие на определена буква, звук от дадена група или съчетания на съгласни в началото, средата, края на думата или на конкретно зададена позиция, думи с определена дължина, определени срички и др.

Създаването на когнитивни тестове за диагностика и развитие е трудоемка задача. Освен това, подобни тестове съдържат тестови единици (ТЕ), които включват едновременно изображения и текстове и са съпроводени със специфични изисквания (стилови ограничения от включените ТЕ, използване на ограничен словесен запас и др.).

За създаване на ТЕ и тестове могат да се използват софтуерни системи. Примери на онлайн достъпни системи за създаване на тестове са *ClassMaker*, *Easy Test Maker*, *iSpring Quizmaker*, *Google Forms*, *HotPotatoes*, *Testmoz*, *ProProfs*, *QuizMaker*, *SurveyMonkey*, *Wufoo* и др. Всяка система за е-обучение (ATutor, Moodle, ILIAS,

Sakai, GoogleClassroom, PeU 2.0, eLSe и др.) има подобни възможности, както и такива за генериране на ТЕ и тестове.

Въпреки разнообразието от софтуерни системи и Интернет-приложения, с тях не могат да бъдат реализирани голяма част от типовете ТЕ, участващи в тестовете за диагностика и развитие на когнитивните умения (спец. за развитие на фонетични и езикови знания). В някои от тях не се предлагат ТЕ с графични, аудио и/или видео елементи; тестове, създадени от даден потребител не могат да бъдат споделяни с други. От друга страна остава нерешен проблемът по автоматизирано генериране на ТЕ (и тестове) за развитие на конкретни когнитивни умения.

Основна цел на дисертацията е да се подпомогне и интензифицира процеса на създаване на тестове за развитие и диагностика на когнитивни умения.

Изпълнението на основната цел предполага последователно решаване на следните **задачи**:

Задача 1. Проучване на състоянието в областта – запознаване с понятията когнитивност, когнитивни умения и видовете когнитивни умения; проучване на развитието и диагностиката на когнитивни умения; преглед на възможностите на системи за е-обучение и е-тестване и възможностите за генериране на тестове; проучване на софтуерни приложения за диагностика и развитие на когнитивни умения.

Задача 2. Предлагане на модел на КТЕ и модел на когнитивен тест, които ‘покриват’ най-често срещаните КТЕ и когнитивни тестове с подобен характер. Предлагане на методика и архитектура на система за автоматизирано генериране на КТ.

Задача 3. Проектиране и реализиране на система за автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения и на БД за когнитивни ТЕ.

Задача 4. Експерименти с реализираната система за автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения.

Дисертационният труд се състои от Списък на използваните съкращения, Списък на фигурите, Списък на таблиците, Увод, 4 (четири) глави (представящи решението и резултати на поставените задачи), Заключение, Списък на публикации по темата, Приложения, Списък на използваната литература и Декларация за оригиналност и достоверност.

В **Глава 1. Състояние на изследванията в областта** са разгледани и представени основни понятия и определения, свързани с когнитивните умения, процеси и способности и видовете когнитивни умения. Направен е обзор на системи за е-обучение и е-тестване и възможностите за генериране на тестове и Интернет-приложения. Разгледани са средства за развитие и диагностика на когнитивните умения. В тази глава решаваме задача 1.

В **Глава 2. Модели, система и методика за генериране на когнитивни тестове** са представени създадените модели на когнитивна тестова единица и тест за диагностика и развитие на когнитивни умения, подходящи за компютърна реализация. Представена е архитектура на система за генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения и функционалните изисквания към нея. Описана е методика за автоматизирано им генериране. Решаваме задача 2.

В **Глава 3. Реализация** са описани използваните софтуерни технологии при реализацията на системата за генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения. Описани са таблиците от проектирането и реализирането на специализираната БД за когнитивни ТЕ използвана от системата. Представен е софтуерен прототип на системата, както и функционалността ѝ. В тази глава решаваме задача 3.

В **Глава 4. Експерименти и резултати** са описани възможностите на системата и е представен експеримент проведен със системата. Решаваме задача 4.

В **Заключението** получените резултати и решения са систематизирани по задачи 1. – 4. и са изведени основните научни, научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд. Формулирани са перспективи за бъдещо развитие на дисертационната тематика.

Основният текст на дисертационния труд се състои от общо 137 страници и се съпровожда от 1 приложение (от 4 страници), които илюстрират изложението в основния текст с допълнителни фигури и таблици и представят създадената софтуерна система.

Списъкът на **използваната литература** съдържа 78 заглавия – 23 на български, 11 на руски, 8 на английски и 36 Интернет-източника на английски, български и руски език.

Основните резултати на изследването са докладвани на катедрени и докторантски семинари. Резултати от дисертационното изследване са публикувани в трудовете на 2 национални конференции, в 2 книги и 1 списание.

Имам участие в проект BG051PO001-4.3.04-0064 „Пловдивски електронен университет (ПеУ): национален еталон за провеждане на качествено е-обучение в системата на висшето образование“ при създаване на учебен курс.

Особена благодарност дължа на научния ми ръководител проф. д.м.н. Георги Тотков и на гл. ас. д-р Ваня Сивакова от Педагогически факултет за предоставените материали и разработки, препоръките и подкрепата, оказана ми през целия период на работа върху дисертационното изследване.

1. СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА В ОБЛАСТТА

В тази глава се запознаваме с понятията ‘когнитивност’ и ‘когнитивни умения’. Разглеждаме видовете когнитивни умения. Проучваме развитието и диагностиката на когнитивни умения в ранна детска възраст. Правим обзор на системи за е-обучение и е-тестване и възможности им за генериране на тестове, и софтуерни приложения за диагностика и развитие на когнитивни умения. В тази глава решаваме **задача 1**.

В рамките на дисертацията се използва понятието ‘**когнитивен тест**’, с което ще означим тест, който се използва при диагностика или развитие на когнитивни умения.

1.1. Основни понятия

Познанието е това как човек разбира и опознава света. То е съвкупност от способности, умения или процеси, които са част от почти всяко човешко действие.

Когнитивността (познанието или познавателна способност, cognition) ни позволява успешно да се адаптираме към средата, в която се намираме [Sternberg, 2012]. Когнитивността се дефинира и като способността на човек да разбира и открива смисъла от извършването на определени дейности като четене, преглед, наблюдение и др.

Когнитивните процеси са познавателни процеси (изпълнение на сложни познавателни действия), в основата на които не лежи само реакция на някакви стимули, но и създаване и използване на идеални форми в отношение към събитията и връзките между тях. Те реализират възприемането, съхраняването и обработката на информацията от човека [Радев, 2014].

Когнитивните умения (познавателна способност) е термин, отнасящ се до *менталните процеси, свързани с придобиване на знание*, включително на мислене, разбиране, запаметяване, преценяване и решаване на проблемни ситуации и др. [Cogn, 2016]. **Когнитивните способности** са повече от придобиване на знания, те са способността да обмисляме нова информация, обработването и прилагането ѝ към друга вече придобита информация. Когнитивните способности са функции на мозъка [Sharpbrain, 2017]. Обикновено уменията винаги се придобиват чрез обучение, докато способността се развива, особено ако е заложена [Радев, 2014].

Някои от **основните когнитивни умения** и свързаните с тях процеси са: възприемане (слухово и зрительно), внимание, памет, двигателни умения, език, решаване на проблеми, вземане на решения, логика и разсъждения, ориентиране в пространството [Sternberg, 2012; Батоева, 2007].

1.2. Диагностика и развитие на когнитивни умения

Когнитивна слабост, в която и да е от категориите когнитивни процеси може да направи живота по-труден от колкото може да бъде. Основния извод, който може да си направи е, че дори едно от тези умения да е слабо, може да възпрепятства общата производителност на човека. Всеки може да развие своите когнитивни умения, според своите способности [Learning, 2014].

Диагностиката и развитието на различните видове когнитивни умения (памет, мислене, внимание, реч и др.) обикновено става посредством специално разработени за целта тестове. При деца в предучилищна възраст се използват задачи за развитие на различни когнитивни умения като памет, разсъждения, езикови умения и др. В началото и в края на всяка група (от 3 до 7 г. възраст) в ДГ се извършва диагностика с тестове за когнитивни умения. По време на предучилищното обучение се използват когнитивни тестове за развитие на когнитивни умения заложени в учебната програма. В началото на училищното образование се провеждат и тестове за диагностика на готовността на ученика за училище [Бижков, 2011].

При възрастни могат да се използват тестове за развитие според необходимостта от развитие на определено когнитивно умение. Тестове за диагностика на когнитивните умения се използват все по-често и във фирмите при наемане на служители.

Когнитивни тестове се прилагат и за ранна диагностика на забавено развитие. Психологическа и педагогическа диагностика се използва при оценяване на деца със специални образователни потребности¹ (СОП).

Използването на разнообразни задачи с различни нива на трудности е ключово при развитието на когнитивните умения.

1.3. Е-обучение

Тестовете се използват в почти всички аспекти от ежедневието на човека – обучение, бизнес, развлечение, и др. **Дидактическите тестове** измерват резултати от усвояване на определено учебно съдържание – част от проведена учебна дейност, и с поставени учебни цели и задачи. Според Райкова [Тотков, Райкова, Костадинова, 2014] съществуват множество определения на понятието дидактически тест, като това на Р. Ебел⁷²: *„Дидактическият тест се проектира за измерване на ученическото разбиране на някаква част от знание- то или на равнището, на което ученикът е освоил дадени умения“*.

Всеки тест е съставен от отделни тестови въпроси и задачи или тестови единици (ТЕ). Обикновено типа на самия тест се обуславя от типа на съставлящите го ТЕ.

С появата на електронното обучение и електронно тестване се появяват и прилагат нови форми на тестове. Има множество софтуерни системи за създаване на ТЕ и тестове – безплатни, платени и SAAS/Cloud. Примери на онлайн достъпни системи за създаване на тестове са *ClassMaker, Easy Test Maker, iSpring Quizmaker, Google Forms, HotPotatoes, Testmoz, ProProfs, QuizMaker, SurveyGizmo, SurveyMonkey, Wufoo* и др. [Ангелов и др, 2014]. Всяка система за е-обучение (*Moodle, ATutor, ILIAS, Sakai, PeU, BEST, DeLC* и др.) има подобни възможности, както и възможности за генериране на ТЕ и тестове.

Тестовете биват различни типове като: 'открит' (съставен от ТЕ от тип изискващи конструиране на отговора от тестваните; 'смесен' (от ТЕ от избран тип или изискващи конструиране на отговорите; 'закрит' (от ТЕ със структурирани отговори).

Тестовите единици могат да бъдат следните типове: множествен избор; алтернативен отговор; множествен отговор; подреждане на обекти; установяване на съответствие; попълване на полета с множествен избор; попълване на полета в шаблон на отговора; свободен отговор; смесен отговор.

С появата на електронно тестване, се появяват и прилагат нови форми на тестове – адаптивни, динамични, 360 градуса обратна връзка, акумулативни, мисловни карти, концептуални карти и др. [Райкова, 2011].

¹ Обобщаващо понятие за различни категории деца, за които е необходима специална подкрепа в определени етапи или през целия период на училищното обучение [Тотков, Сивакова, Ангелов, 2014].

Стандартизацията на метаданните, ползвани при създаване на БД от ТЕ, е от съществено значение за постигането на преносимост на тестовете между различни системи за електронно тестване и за разпространяване на добри практики. Има различни стандарти, засягащи преносимостта на учебни ресурси като стандарти: за описание на метаданни, за описание на представянето на ТЕ, за пакетирание на учебни ресурси и стандарти за навигация на учебни курсове. Известен е стандарта IMS QTI (Question and Test Interchange).

При съставяне на ТЕ са възможни следните **подходи** [Тотков, Р., Костадинова, 2014]:

- авторски (‘ръчно’ създаване от експерти в конкретна предметна област);
- автоматизирано генериране на базата на семантично описание на изследваната предметна област;
- използване на техники от областта на компютърната лингвистика – извличане на данни от текст и/или Интернет-източници, включване на ‘въпросно-ответни системи’ и др.
- автоматизирано генериране на базата на предишен опит при е-тестване;
- избор измежду стандартен набор на шаблонни въпроси (със следващо редактиране за съответната предметна област) и др.

В процеса на генериране на ТЕ от различни типове за изграждане на тестова банка **се използват традиционни методи** като [Райкова, 2015]:

- методи на компютърната лингвистика – генериране на фактически въпроси, чрез обработка на текстове;
- теория на положителния отговор (IRT) – базирана на вероятността всеки обучаем да даде верен отговор на даден въпрос от теста;
- ВЕЕ алгоритъм – базиран на IRT и начина на организация на живот на пчелите;
- технологии от семантични мрежи – стандартизирано представяне на знанието (онтологии) и съдържание структурирано на база на онтологии.

Друг подход е свързан с идеята за **акумулиране** – оценяване и натрупване на отговори на въпроси от отворен тип със следващо генериране на ТЕ от други типове [Raykova, 2011].

Различават се и формите за генериране на тестовите варианти:

- прост статичен шаблон;
- прост непараметризиран избор от банката;
- генериране по шаблон за търсене от базата;
- параметризиран избор от базата с помощта на метаданни за ТВ – тип, ключови думи, раздел и др.

Обикновено **системите за генериране на тестове** поддържат различни типове ТЕ и предоставят възможности за създаване, организиране, провеждане и евентуално оценяване на тестове. Тези системи разполагат с множество ТЕ, съхранявани в База от данни (БД) и съпроводени от конкретни метаданни. Ползвайки тези метаданни, теста би могъл да се генерират автоматично. Предимството на „автоматизирания“ подход е, че по желание на всеки методист или преподавател

и в зависимост от поставени учебни цели, могат динамично да се генерират различни тестове.

Първите опити за автоматично генериране на тестове за контрол на знания датира от 1970 г. и са свързани преди всичко с конструиране на тестови варианти (ТВ), състоящи се от въпроси от тип 'множествен избор' на основата на предварително подготвени тестови елементи [Тотков, Райкова, Костадинова, 2014].

Според типа на лиценз за достъп на различните системи за управление на учебното съдържание се делят на три типа: с отворен код (безплатни), платени и SAAS/Cloud. Едни от най-популярните системи с **отворен код** са: aTutor, Cnvas, Chamilo, Claroline, ILIAS, Moodle, Sakai и др. [Тотков, Райкова, Костадинова, 2014]. Едни от най-използваните системи с **платен лиценз** са: Blackboard Learning, Desire2Learn, JoomlaLMS и др. Примери на системи със **SAAS/Cloud достъп** са: DoceboLMS, EduWave, eLearning Platform и др.

Първите изследвания в областта на СеО в България са направени в Софийския университет – система ARCADE, ТУ–София – eОбучение, MSCS, ВА/ТУ-София – FLAME, Пловдивски университет – PeU, BEST, DeLC и Русенски университет – система eLse, НБУ – VEDA и др. В системата PeU 2.0 могат да се създават и поддържат адаптивни е-курсове и тестове[Соколова, 2004].

С цел диагностика или развитие на когнитивни умения на различни езици, в Интернет-пространството са разположени и редица **уеб-сайтове и приложения**, включително и за мобилни устройства като: Luminosity: Brain games [Luminosity; FitBrains], NeuroNation – Scientific brain training exercises [Neuronation], Brain Trainer – mind games [BrainTrainer], What is my IQ [WhatIQ], Mind Games . [MindGames], образователния софтуер „Заедно на училище“ [Elasnas], игра „Развитие на речта“ [РазвитиеРеч].

1.4. Изводи

Проучванията ни показват, че областта на изследване е обширна и задачите за развитие и диагностика на когнитивни умения се различават за различните възрасти. Освен това тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения се използват много повече в детска възраст. Затова решаваме, че ще се съсредоточим върху задачите за възрастта от 2 до 7 г.

Съществуват много системи за създаване на тестове като Google Forms, SurveyGizmo, Wufoo, ProProfs, LearnClick и др, както и СеО (като ATutor, PeU 2.0 и др.) с възможности за генериране на тестове.

Повечето ТВ се конструират като линейна редица от ТЕ, съхранявани в тестова БД, други СеО предоставят средства за динамично създаване на ТВ и тестване на обучавани с ТЕ от БД, които се определят в зависимост от техните резултати, постигнати към съответния момент (адаптивно тестване). При конфигурирането и предлагането на тестове някои системи осигуряват и автоматично генериране на ТВ. Като цяло една значителна част от съвременните СеО, все още предоставят ограничени възможности за автори на ТЕ и ТВ.

Интернет предлага разнообразие от уеб-сайтове и игри за развитие на когнитивни умения. Те обаче са насочени към конкретни когнитивни умения и задачите, които предлагат са ограничени. Въпреки разнообразието от софтуерни системи и Интернет-приложения, с тях не могат да бъдат реализирани голяма част от типове ТЕ, участващи в когнитивните тестове (спец. за развитие на езикови умения). В някои от тях не се предлагат ТЕ с графични, аудио и/или видео елементи; тестове, създадени от даден потребител не могат да бъдат споделяни с други. От друга страна остава нерешен проблемът по автоматизирано генериране на ТЕ за развитие на конкретни умения.

2. МОДЕЛИ, СИСТЕМА И МЕТОДИКА ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА КОГНИТИВНИ ТЕСТОВЕ

В тази глава ще разгледаме модели на когнитивни ТЕ и когнитивен тест. Представени са функционалните изисквания и архитектурата на система за автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения. Описана е и методиката, по която се извършва автоматизираното генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения. Решава се **задача 2**.

2.1. Класификация на когнитивни ТЕ

Всеки когнитивен тест използван в областта на педагогиката и специалната педагогика се състои от набор от когнитивни задачи.

Под **'когнитивни задачи'** или **когнитивни ТЕ** ще разбираме такива, с чиято помощ се развива конкретно когнитивно умение. Когнитивните ТЕ биват няколко вида в зависимост от **когнитивните умения**, които се диагностицират или развиват, а именно за: *възприятия; внимание; памет; мислене; език (езикови умения); решаване на проблеми, логика и разсъждения; ориентиране в пространството*.

Разработката изисква класификация на типовете когнитивни ТЕ, използвани при диагностика и развитие на когнитивни умения (вкл. езикови знания). Разгледахме както тестове създадени според *Държавния образователен стандарт (ДОС)* за предучилищното образование, реализирани в *Методически ръководства за реализиране на образователното съдържание в детската градина*, така и множество други използвани в областта на педагогиката и психологията (посочени по-долу).

Когнитивните ТЕ включват и такива за езикови умения, част от които са фонетичните ТЕ. С понятието **'фонетични ТЕ'** ще обозначим вид КТЕ, които се използват за диагностика и развитие на езикови умения. При тяхното съставяне се използват думи/текстове (евентуално придружени с изображения), при чийто подбор се налага използването на фонемната система, фонетичната транскрипция, разделяне на срички, римуване и други правила в българския език (БЕ) [Сивакова, 2010]. Необходимо е и боравенето с речник (честотен, римен и др.).

Таблица 2.1. Когнитивни умения, типове когнитивни ТЕ и типове ТЕ

| Когнитивни умения | Тип когнитивни ТЕ |
|--|---|
| Възприятие | Класификация, класификация с отделяне, отделяне чрез изключващи условия, сравнение, асоцииране на предмет с описание, систематизация и др. |
| Внимание | Класификация, сравнение, работа с текст, разказ, възстановяване на образец |
| Памет | Възстановяване на образец, разказ |
| Мислене | Класификация с отделяне, систематизация, сравнение, работа с думи, рими, антоними, гатанки, умозаклучения, игри с думи, транслация |
| Езикови умения, развитие на речта, речников запас, елементарни понятия | Класификация, отделяне чрез изключващи условия, рими, наличие/отсъствие на звук, определяне на мястото на звук в дума и др. |
| Вземане на решение, логика и разсъждения | Класификация, класификация с отделяне, отделяне чрез изключващи условия, систематизация, пространствена ориентация, алгоритми, умозаклучения, смислови съотношения, разсъждения, логически задачи и др. |
| Ориентиране в пространството, количествени представи | Класификация, класификация с отделяне, отделяне чрез изключващи условия, сравнение (прилики и разлики), систематизация, излишното, алгоритми |

В рамките на изследването разгледахме множество стандартизирани тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения за възрастта 2 – 7г. като тестове за:

- диагностика и развитие на **езикови умения** (в Тестовете за деца от 3 – 7 г. от поредицата „Приказни пътечки“ и „Здравей, училище!“ [Здравкова, 2008; 2009 а; 2009 б; Джамбазова, 2008; Янчева, 2008]);
- развитие на **възприятие, мислене, памет, интелигентност, количествени представи** [Здравкова, 2008; Здравкова 2009 а; Здравкова 2009 б; Здравкова и др., 2009; Джамбазова, 2008; Янчева, 2008];
- диагностика – входно ниво на първа, втора и трета група [Батоева, 2007];
- развитие на **вниманието и паметта** [Матюгин, 2010];
- развитие на **вниманието** (на руски)[Соколова, 2005];
- развитие на когнитивни умения в областта на информатиката – **развитие на зрителното и слуховото възприятие, вниманието, паметта и логическото мислене** (на руски) [Соколова, 2004];
- диагностика на готовността на децата за училище [Бижков, 2011; Калчев, 2013];
- **усъвършенстване на речта** (на руски) [Иншакова, 2008; Коноваленко, 2000];

- изследване на **способностите на детето необходими за обучение** и учене в първи клас [Захариева, 2000];
- **развитие на логиката** (разсъждение, сравнение, обобщение, анализиране, елементарни умозакljučения (на руски)) [Соколова, Ю, 2004];
- диагностика на **вниманието** (устойчивост, обем, разпределеност, превключване), възприятие, изследване на **паметта, въображение, мислене** [Батоева, 2007].

След направеното проучване и на базата на разгледаните тестове за различните видове когнитивни умения определихме най-често използваните типове/подтипове на КТЕ в когнитивни тестове. За всяко когнитивно умение са посочени съответните типове на КТЕ. Използваните типове на ТЕ са свободен отговор и множествен избор за типовете КТЕ.

В резултат от проучването установихме, че голяма част от когнитивните ТЕ могат да се представят с **32 различни типове на когнитивни ТЕ и 100 съответни подтипове**, които предлагаме. В Таблица 2.2. са посочени част от типовете на когнитивни ТЕ и съответните им подтипове придружени с примери.

Таблица 2.2. Типове и подтипове когнитивни ТЕ

| Тип/ подтип когнитивни ТЕ | Примери |
|---|---|
| 1. Класификация | |
| 1.1. Назоваване на обща категория на предмети | <i>Задача:</i> „Назовете групата на изобразените предметите според общия им признак“. Има картинки на: ябълка, круша, лимон, банан. |
| 1.2. Назоваване на обща категория на понятия/ думи | <i>Задача:</i> „Кое е общото название за: зима, пролет, лято, есен?“ или „понеделник, вторник, сряда...“ |
| 2. Класификация с отделяне (ограничение) | |
| 2.1. Посочване на обект/понятие с различна класификация от останалите | <i>Задача:</i> „Назовете този предмет от групата, който не принадлежи към групата на останалите. Назовете групата на останалите предмети. На картинката са показани: Крава, Кон, Лос, Коза. <i>Задача:</i> “Посочете излишното понятие измежду посочените: сирене, кашкавал, сметана, колбас.“ |
| 2.2. Определяне на брой предмети от определена категория | <i>Задача:</i> „Пребройте само плодовете.“ <i>Задача:</i> „Колко са предметите свързани с водата?“ <i>Задача:</i> „Колко са изобразените мечетата?“ |

Някои от останалите типове КТЕ са: Отделяне чрез изключващи условия (отрицание); Сравнение – прилики и разлики; Асоцииране (съотнасяне, различаване) на предмет с описание; Асоцииране предмет-предмет; Систематизация; Пространствена ориентация; Логически задачи; Посочване на действие, свързано с предмети; Работа с думи; Работа с изречения; Работа с разкази; Възстановяване на образец; Рими; Наличие/отсъствие на звук в дума; Определяне на брой звуци/букви в дума;

Определяне на мястото на звук в дума; Съставяне на думи; Подбор на думи; Трансформация на думи.

В резултат от проучването предлагаме и **списък на метаданни свързани с изображенията** използвани най-често в тестовите единици в когнитивните тестове: описание, цвят на обекта, клас на обекта, форма на обектите, фон на изображението, вид изображение, част от поредица изображения(наредба, времева последователност), контур на обекта, количество (брой обекти на изображението), материал на обекта, детайли или съставни елементи на обекта, действие с обекта, сетивност, вкус, сезон изобразяван на изображението, част от денонощието, разположение в пространството (посока), размер на обектите.

Пример 1 (фонетична ТЕ): Целта на задачата е изследване на фонематическото възприятие при изследване на устната реч на детето и има следното условие „Посочете картинките, в чието название чуваш звук л“ (Фигура 2.1.) [Иншакова, 2008]. Примерът е от тип КТЕ – „25. Наличие/отсъствие на звук в дума“.



Фигура 2.1. Изображения към фонетична ТЕ в Пример 1

Метаданните свързани с текст или думи, както и с описанието на изображението, използвани най-често в задачите в когнитивните тестове са: характеристика на думите (глагол, съществително и др.), фонетична транскрипция, римоформа, срички, структура на текста като поредица от съгласни и гласни. По-долу са дадени примери за когнитивни ТЕ, като Пример 1 е в частност фонетична ТЕ.

2.2. Модели на когнитивни тестове

След направеното проучване на използваните типове когнитивни задачи предлагаме **модел на когнитивна и фонетична ТЕ**. Предложеният модел на когнитивна ТЕ ‘покрива’ най-често срещаните задачи с подобен характер. Предлагаме и **модел на когнитивен тест**, който се създава по дадена методика (по разгледаните методики за диагностика и развитие на различни когнитивни умения), състоящ се от когнитивни ТЕ.

Една стандартна когнитивна ТЕ представлява набор от изображения и условие към нея. **Моделът на когнитивна ТЕ** в тестовете за диагностика и развитие на когнитивните умения се свежда в повечето от случаите до следните елементи: цел; текстово условие на задачата; изображение/я, дума/и, фраза/и или изречение/я към изображението; направление; тип на ТЕ и тип КТЕ от класифицираните 32 типа (100 подтипа); начин на оценяване и верен отговор. Таблица 2.3. показва как конкретен пример се вписва в предложения модел на КТЕ и фонетична ТЕ.

Всички предложени 32 типа на когнитивни ТЕ и съответните ми подтипове се вписват в предложения модел на тип когнитивна ТЕ.

Всеки един тест за диагностициране или развитие на когнитивни умения може да съдържа няколко подтестове за отделно когнитивно умение. Той се създава по определена методика. Например тестът за диагностика на децата за училище [Бижков, 2011] съдържа следните подтестове (наименованията не отразява на когнитивното умение, което се изследва): езиково развитие, елементарни понятия, откриване на образци и количествени представи. Като всеки един подтест изследва конкретно когнитивно умение.

Таблица 2.3. Пример 1 вписан в модела на КТЕ

| Име на елемент | Стойност |
|---------------------------|---|
| Цел | Изследване на езиково умение |
| Условие | „Посочете картинките, в чието название има звук <i>л</i> .“ |
| Изображение/я |  |
| Текст към изображенията | няма |
| Метаданни | – наличие на фонема <i>л</i> във фонетичната транскрипция на описанието на изображението; – от клас <i>животни</i> . |
| Направление | изследване на фонематическото възприятие |
| Тип/подтип КТЕ | 25. Наличие/отсъствие на звук в дума; 25.1. Определяне на наличие/отсъствие на звук в дума/изображение. |
| Тип ТЕ | множествен избор |
| Оценяване и верен отговор | 1 точка при избор на изображението с камилата. |

Моделът на когнитивен тест, предложен в дисертацията може да се сведе до следните елементи (параметри): наименование; цел – умение/я, което се диагностицира или развива; методика; възрастов диапазон; типове ТЕ; общ брой точки и брой точки за минаване на теста (за диагностициращ тест); брой КТЕ, типове КТЕ; скала за оценяване; време за провеждане на теста; бележки. Бележките представляват указания по провеждането на теста. Таблица 2.4. илюстрира тест вписан в предложения модел.

Всички разгледани когнитивни тестове се вписват в предложения модел на когнитивен тест.

Класифицирахме и фонетичните ТЕ. **Често срещани фонетични ТЕ**, са такива, които при създаването им изискват подбор на думи:

- с наличие или отсъствие на определена буква, фонема (група фонем) от дадена група (звучни, беззвучни, сонорни, съскави, шушкави) или съчетания на съгласни в началото, средата, края на думата или на конкретна позиция;

- с определена дължина;
- различаващи се по фонема или буква;
- като конкретно зададена поредица от съгласни и гласни;
- получени от други чрез обеззвучаване (или озвучаване на звук);
- съдържащи определени срички или от определен вид;
- които се римуват;
- различни части на речта – съществителни, глаголи, местоимения и др.

Таблица 2.4. Когнитивен тест вписан в предложения модел на КТ

| Име на елемент | Обяснение |
|--|--|
| Наименование | езиково развитие |
| Цел | диагностика на езикови умения: изследване на фонематичния слух, умения за откриване на конкретни фонемни и съставяне на нови думи чрез добавяне, премахване и замяна на фонемни |
| Методика | диагностика на готовността на децата за училище |
| Възрастов диапазон | 5 – 7 години |
| Типове ТЕ | свободен отговор, множествен избор |
| Общ брой точки, брой точки за минаване | 60 |
| Брой тип/подтип КТЕ | 75 |
| Списък от типове/подтипове КТЕ | 25.1. Определяне на наличие/отсъствие на звук в дума; 27.1. Посочване на място/дума – начало, среда, край; 27.2. Определяне на позиция на определен звук в дума; 27.3. Определяне на поредно място; 27.4. Определяне на звуци спрямо звук; 28.2 Съставяне на думи от звуци в нарушена последователност; 30.2 Трансформиране на думи – множествено число; |
| Скала за оценяване | дихотомна – 0 и 1 |
| Време за решаване | около 30 минути |
| Бележки | - |

2.3. Архитектура на система за генериране на когнитивни тестове

Подзадачите, които се налага да бъдат решени с цел проектиране и създаване на система за автоматизирано генериране на когнитивни ТЕ т.е., за да се реши задача 3. са:

- проектиране на **БД с информационни обекти от различен тип** (текст, изображения) с възможности за актуализация **чрез заявки към външни информационни източници** да се импортират нови обекти;
- предлагане на **система от метаданни**, подходяща за описание на обектите, съхранявани в БД (за изображения – цвят, размер, предназначение и др.; за лексеми – съставящи ги фонеме, срички и др.);
- **автоматизирано генериране на метаданни за информационните обекти** в зависимост от техния тип (съпровождане на изображения с текстово описание и метаданни, а на български лексеми с фонетична транскрипция, сричкунване и др.);
- **генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения на базата на заявки към БД** за автоматизиран избор на обекти, подходящи за включване в ТЕ от зададен тип (например, генериране на ТЕ за различаване на обекти с различни характеристики се извършва чрез заявка към БД за извличане на набор от информационни обекти със зададени стойности на съпровождащите ги метаданни).

В случая на **генериране на когнитивни ТЕ за езикови знания** (за типове КТЕ посочени в Таблица 2.2. с номера 25, 26, и 27) се налага и създаване и ползване на алгоритми за фонетичен анализ на лексеми на съответния език като средства за определяне на фонетичната транскрипция на текст, определяне на римоформа на дума (от тип на КТЕ 24.1. Рими), сричкоделение на текст и др.

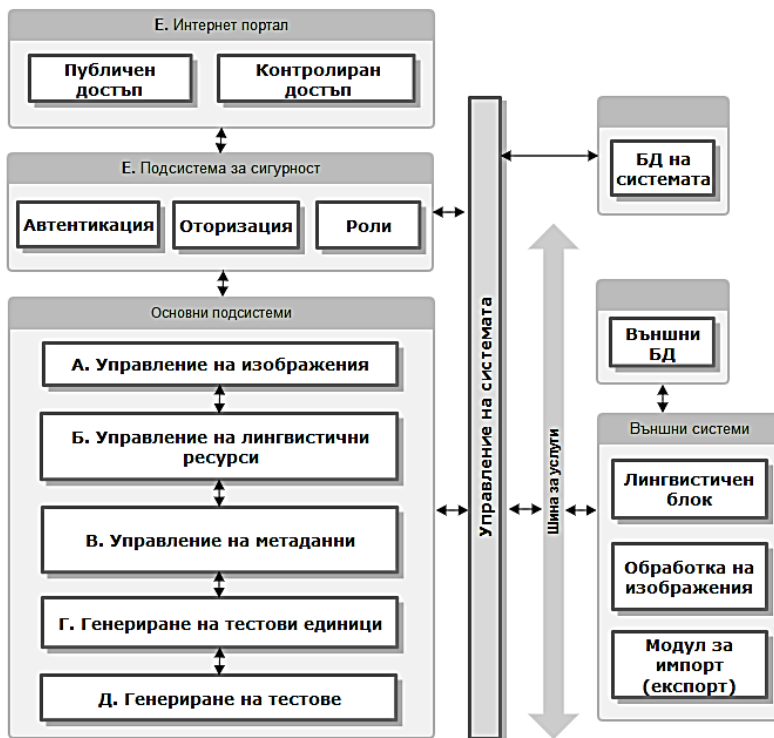
Тук се представя **архитектурата на уеб-базирана система за автоматизирано генериране на ТЕ за диагностика и развитие на когнитивни умения**. Системата поддържа БД, съдържаща информационни обекти от различен тип (текст, изображения), придружени от метаданни, ползвани в процеса на генериране.

Анализът на моделите на ползваните когнитивни тестове (спец. за езикови умения) показва, че необходими елементи на система за автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения са подсистеми за:

- А. Управление на изображения;
- Б. Управление на лингвистични ресурси;
- В. Управление на метаданни;
- Г. Генериране (по зададени критерии) на ТЕ от определени типове;
- Д. Генериране на тестове;
- Е. Комуникация и взаимодействие с потребителите (вкл. интернет портал за достъп и подсистема за сигурност).

Освен това е необходимо използването на **външни системи** за: обработка на изображения; лингвистичен блок; модул за импорт (експорт). Всяка една външна система използва собствена външна БД.

Схема на архитектурата на системата е представена на Фигура 2.2. Ще отбележим основните **функционални изисквания** към подсистеми А. – Е., които се следват при проектиране и реализация на системата. Реализацията на архитектурата се представя в Глава 3.



Фигура 2.2. Архитектура на система за диагностика и развитие на когнитивни умения

За **Подсистема А.** (за управление на изображения) се изискват следните функционалности:

- възможности за импортиране на информационни обекти от тип „изображение“;
- възможности за импортиране на нови обекти чрез заявки към външни информационни източници. Използва се модулът за обработка на изображения;
- автоматизирано попълване на характеристики на обекти от тип „изображение“.

Подсистема Б. (за управление на лингвистичните ресурси) поддържа:

- възможности за добавянето на информационни обекти от тип „текст“;
- управляване на използването и редактирането на лингвистичните ресурси;
- моделиране на фонетичната система и използва алгоритми за фонетичната транскрипция, сричкоделение, структура на думите и римоформи за информационните обекти. Използва се модулът за лингвистична обработка.

Подсистема В. (за управление на метаданни) предлага функционалности за:

- управление на система от метаданни;
- автоматизирано генериране на метаданни за информационните обекти;
- добавяне на нови метаданни;

- извличане на стойности за метаданните;
- редактирането на метаданни.

Подсистема Г. (за генериране на тестови единици) поддържа функционалности за:

- автоматизирано генериране на ТЕ на базата на когнитивно умение;
- управление на ТЕ;
- редактиране на ТЕ;
- трансфериране на ТЕ (използва се модулът за импорт (експорт)).

Подсистема Д. (за генериране на тестове):

- автоматизирано създаване на тестове от ТЕ;
- поддържане на шаблони на готови ТЕ за развитие и диагностика на когнитивни умения;
- поддържа БД от тестове и редактирането им;
- управляване на решаването на вече създадени тестове.

Подсистема Е. (за управление на потребителския достъп):

- Интернет достъп на потребители до функционалностите на системата и нейните подсистеми, вкл. Публичен и контролиран достъп
- системна и информационна сигурност.

Към **външните системи** има включен *модул за импорт (експорт)*. Този модул има две основни функционалности:

- да експортира готови КТЕ към други системи, напр. Moodle и готови КТ;
- да импортира готови когнитивни ТЕ и КТ създадени с други системи.

Модулът за обработване на изображения има следните функционалности:

- да извлича метаданни и стойности за метаданни за информационни обекти от тип „изображение“;
- да импортира изображения в БД на системата.

Лингвистичният блок има следните функционалности:

- да извлича метаданни и стойности за метаданни за информационни обекти от тип „текст“;
- да прилага алгоритми за обработка на текст;
- да импортира текстове в БД на системата.

Нефункционални изисквания към системата са: да е уеб базирана; да е лесна за адаптиране и да позволява разширяемост; да притежава интуитивен потребителски интерфейс.

За да се осигури моделиране на когнитивните ТЕ към дадена методика за диагностика и развитие на когнитивни умения използваме **База данни за когнитивни ТЕ** (БДКТЕ). След направеното проучване на най-често използваните КТЕ определихме и стойностите на метаданните необходими при въвеждане на обектите от тип „изображение“ в БД (Таблица 2.5.). В Таблицата не е посочено конкретно за описанието на изображението, тъй като тук стойностите са разнообразни. Описанието може да бъде едно словосъчетание, което да описва най-точно представеното на изображението.

Таблица 2.5. Стойности на метаданни на информационни обекти от тип „изображение“

| Метаданни | Стойности |
|--|---|
| Цвят на обекта | черно-бял, червен, жълт, син, зелен, оранжев, розов, сив |
| Клас на обекта | мебели, дрехи, блузи, учебни пособия, играчки, зеленчуци, плодове, прибори за хранене, уреди, обувки, спортни пособия, шапки, насекоми, птици, домашни и диви животни и др. |
| Форма на обектите | графична – геометрични фигури (триъгълник, правоъгълник, ромб, успоредник, квадрат, елипса, окръжност); изобразителна; символна – (букви и символи) |
| Фон на изображението | бял, цветен |
| Вид изображение | клипарт, фотографска снимка, художествено, силует, с липсващи части |
| Наредба/времева последователност/ част от поредица | Част от поредица изображения, изобразяващи различни етапи от дадено събитие (пр. излюпване на яйце – цяло яйце, напукано яйце, пиле в счупено яйце, само пиле) |
| Контур на обекта | само контур, контур и запълване |
| Количество | брой обекти на изображението – от 1 до 10, много. |
| Размер | нисък-висок, малък-голям, тънък-дебел |
| Материал на обекта | дърво, тухла, хартия, картон, стъкло |
| Детайли | описание на детайлите на обекта на изображението |
| Действие с обекта | яде..., живее в..., прави..., движи се по..., расте в..., има..., лети..., става за игра, произведено (направено) от..., за рисуване..., за шиене..., за работа в (градината, строителство), за учене, за приготвяне на храна, плува |
| Разположение | под, над, до, пред, зад, от ляво, от дясно, от горе, от долу |
| Сетивност | топло, студено, горещо |
| Вкус | сладко, солено, горчиво, люто |
| Сезон | лято, есен, зима, пролет |
| Част от денонощието | ден, нощ |

Метаданните за информационен обект от тип „текст“ и за описанието на информационните обекти от тип „изображение“, използвани най-често в задачите в когнитивните тестове включват: характеристика на думите (глагол, съществително и др.), фонетична транскрипция, римоформа, срички, структура на текста като поредица от съгласни и гласни.

Метаданните на информационни обекти от тип „изображение“ включват и още: тип на файла и размер. В случай, че изображението е взето от външен източник към метаданните се добавя и източник.

2.4. Методика за автоматизирано генериране на когнитивни тестове

Ако потребителят иска да създаде тест за диагностика на когнитивно/и умение/я с помощта на системата трябва първо да се попълни БД с изображения, които ще използва в ТЕ в теста. Може първо да направи търсене в БД да провери дали няма вече изображения, които ще може да използва.

При импортиране на изображения има 2 (два) варианта:

- импортиране на изображения от компютъра (един или много наведнъж);
- чрез търсене на изображения от системата чрез ключова дума. Търсенето се осъществява в Интернет от самата система. Системата използва софтуер за разпознаване на обекти от изображение. Потребителят само въвежда ключовата дума и системата извежда всички намерени изображения. Посочва в кой сайт е намерено изображението. Потребителят може да избере изображение и системата ще го добави в БД с изображения.

След като изображенията са качени в системата те могат да бъдат прегледани и редактирани. Редактирането включва изтриване или промяна на вече зададена характеристика.

По време на преглеждането могат да се задават характеристиките на метаданните към изображенията. Характеристиките са два типа: за самото изображение и за обектите на изображението. Те включват описание, цвят, форма, материал на обектите на изображението, контур и др. В Таблица 2.5. са дадени характеристиките за изображенията, които могат да се задават. Тези характеристики са необходими после при създаване на ТЕ и по-лесното търсене на подходящото изображение за ТЕ. За описанието на изображението автоматично се генерират фонетична транскрипция, сричкова структура, структура на текста като поредица от съгласни и гласни и римоформата.

Ако стойностите на метаданните за дадено изображение не бъдат зададени веднага след импортирането му автоматично се включва от системата в цикъл от задачи за автоматизираното им извличане. Цикълът от задачи започва със задачи за определяне на подходящи метаданни за изображенията. За дадено изображение се определя дали посочения списък от метаданни е приложим. Избират се тези метаданни, които са подходящи за показаното изображение. Следващите задачи от цикъла вече са свързани със зададен а конкретни стойности за избраните метаданни за изображенията.

Това става чрез генериране на задачи с изображения и извличане на стойности на метаданните чрез въпроси свързани с даденото изображение.

Ако за дадено за дадено изображение няма метаданни те могат да бъдат добавени допълнително и след това да се задават техните характеристики.

Създаването на тест се ръководи от Таблица 2.1. с когнитивните умения и съответните когнитивни ТЕ. След избор на когнитивни умения, за които ще се създава теста се показва списък с когнитивни ТЕ, подходящи за тези умения (по Таблица 2.2.).

След като всички необходими изображения са налични за даден тест може да се премине към създаването на когнитивни ТЕ към теста.

Моделът на когнитивната ТЕ представлява заявка към БД. В режим 'генериране на списък от КТЕ от даден тип, потребителят може да генерира подходящи КТЕ чрез обикновена заявка към БД и указване на подходящи атрибути в термини, използвани в практиката на съставяне на подобни когнитивни ТЕ.

Избира се броя на когнитивните ТЕ, които да се включат в целия тест. Системата да избира колко броя когнитивни ТЕ от всеки тип да включи в теста. Потребителят може да коригира този брой.

Преди да се създаде КТЕ може да се провери дали няма подходяща КТЕ, която да се използва в теста. Ако няма се преминава към създаването на ТЕ. Избира се типа на КТЕ, която ще се добавя към теста от подходящите за избраните когнитивни умения. Следва избор на изображения, които ще се включат в ТЕ. Търсенето на подходящо изображение може да стане по характеристики на метаданните както и по характеристики към описанието на изображението. Задават се допълнителни характеристики към когнитивната ТЕ като условие на задачата, тип на ТЕ, кой е верния отговор, как ще са разположени изображенията включени в ТЕ. След като една КТЕ е готова се преминава към следващата.

Когато са създадени всички ТЕ, които ще се включват в теста той е готов за използване. След като теста за диагностика бъде решен от потребител може да се види с кой тип задачи не се е справил и да се създаде тест за развитие на когнитивни умения. Излиза таблица със статистика с когнитивни умения и точки от задачите за дадено когнитивно умение.

Създаването на тест за развитие на когнитивни умения се базира на получената вече статистика от теста за диагностика. Създаването е подобно на теста за диагностика, но излизат тези типове КТЕ, с които не се справил добре потребителят. Някои от параметрите за теста се изчисляват автоматично.

Освен създаване на тест може да се използват търсения в лингвистични ресурси.

Може да се използва речник с словоформи и техните характеристики (глагол, съществително, клитика). Търсенето на думите, може да се извърши по: техните характеристики използвани, фонетичната транскрипция, сричкова структура, структура и римоформа.

Попълването на метаданните и техните стойности на метаданните за изображенията може да стане по следните начини: директно от потребител; чрез цикъл от задачи; импортиране от външни системи. Когато е посредством цикъл от задачи се показва изображение от БД и се задава въпрос каква е стойността на метаданните, за които липсват стойности в БД за това изображение. Ако при заявка за данни с определена стойност на метаданните няма такива се влиза в режим натурване на нови стойности за метаданни. Задават се въпроси като: „Опишете цвят на изображението?“ и „Каква е формата на изображението?“.

2.5. Заключение

Предложените модели на когнитивен тест и когнитивна ТЕ се базират на преглед на всички задължителни материали, които се използват между 2 и 7 г. възраст и много други когнитивни тестове. Представените модели на когнитивна ТЕ и ког-

нитивен тест 'покриват' най-често срещаните КТЕ и когнитивни тестове с подобен характер и са подходящи за компютърна реализация.

Създадените модели и методика са сравнително универсални и позволяват да бъдат реализирани с различни средства.

3. РЕАЛИЗАЦИЯ

В тази глава решаваме **задача 3**. реализиране на система за автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения. Разработен е софтуерен прототип на системата. Описани са използваните софтуерни технологии.

3.1. Използвани средства

Прототипът на системата е реализиран на базата на множество иновативни и модерни софтуерни решения. От гледна точка на архитектурата се използват микро-услуги (micro services), като прототипът на системата използва следните софтуерни технологии:

- База данни MySQL – за съхраняване на различна информация за нуждите на системата като информационните обекти (изображения, текст);
- RESTful API – съдържа основната логика за генериране на тестови единици, достъп до изображения, методи и способности за оторизация и автентикация;
- външни услуги:
 - Google Vision API – софтуер за извличане на описание от изображения, за да се добавя към метаданните на изображенията;
 - Google Custom Search API – за търсене на изображения;
- Web UI – софтуер за визуализиране на ресурсите и възможностите на системата в уеб среда;
- Google Cloud Services – Google Translate API за превод на импортираните от външни системи метаданни и стойности им за информационните обекти.

RESTful API е основата на концепцията на системата и е разработена с помощта на работната рамка Silex за проектиране, моделиране и достъп до бизнес модели и процеси, която е: базирана на стандарти за изграждане на Уеб услуги – HAL Json, CORS, JWT, Linked Data Models; използвана от хиляди разработчици и компании за софтуер; с възможност за автоматизирано само-документиране; със средства за идентификация на потребители; със средства за интеграция на различни средства за оторизация; с лесна интеграция на функционалности от външни услуги; предпоставя механизми за връзка с различни БД.

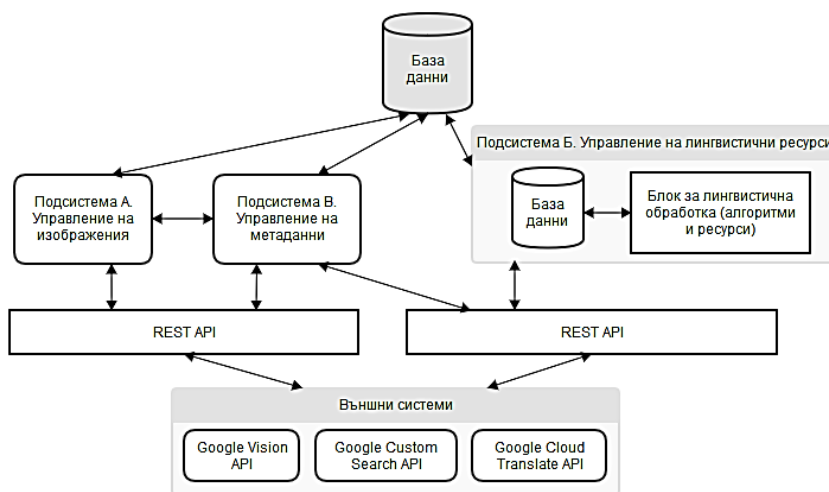
Web UI е реализиран върху RESTful API услуга и визуализира работните процеси и модели. Разработен е с работната рамка Angular, която е: с отворен код; разработена от Google; използвана от милиони потребители; с възможност за лесно преминаване към настолна версия на приложението; базирана на новостите при създаване на уеб приложения без презареждане на страницата (Single Page

Applications); с възможност за интегриране на различни потребителски допълнения и разширения.

Прототипът на системата е с отворен код и може да се редактира и развива от други потребители. Разположен е на следния адрес: <http://cognitive.iplovdiv.com:8080>.

Използваната работна рамка Angular се грижи за визуализацията и шаблонизирането на различните типове когнитивни ТЕ.

Реализирано е визуализиране в потребителския интерфейс, като при нужда може да се пренесат разработените шаблони за различните типове ТЕ на сървърно ниво посредством например Twig [Twig], като по този начин ще се даде възможност други потребителски интерфейси да преизползват готовите шаблони. Разработката на системата се разделя на разработката на всяка една от подсистемите и тяхното интегриране. Архитектурата на Подсистеми А, Б и В е показана на Фигура 3.1.



Фигура 3.1. Архитектурата на Подсистеми А, Б и В

Функционалните изисквания за **Подсистема А (за управление на изображения)** налага използването на два типа БД – една за метаинформация за изображенията и една за съхранението на самите изображения. За първия тип се използва реляционна БД и в частност MySQL БД. За вторият тип се използва файловата система. В БД се съхраняват само линковете към изображенията. Използват се конвенции за именуването на файловете и за именуването на обектите в БД. Имената на полетата в БД, които се използват за външни ключове към други обекти се именуват като започва с името на свързаната таблица, а след това е изписва ‘_id’. При импортиране на информационния обект от тип „изображение“ в БД се правят две неща:

- генерира се произволно име на файла, като се следят за дублиращи се имена и ако има такова се избира ново име до достигане на уникалност;
- в БД се запазва нов ред представляващ новия обект от тип изображение;

- генерира се уникален ключ до новия обект, който се използва за релация към него от другите информационни обекти;
- файловете се запазват в близост до кода в папка 'assets/library/'.

Достъпът до файловете е капсулиран в малка затворена библиотека, като така се дава възможност при разрастване на базата от информационни обекти, тя да бъде качена в облачно пространство, без това да афектира останалата част от системата.

Достъпът до БД също е отделен в отделна библиотека (работна рамка). Използва се работната рамка Doctrine ORM (object relation mapper) за достъп до обектите от БД.

Предвидените методи за достъп до информационните обекти (изображения, текст) са осигурени от Silex, с чиято помощ се създават уеб услуги. Комуникацията клиент-услуга минава през HTTP протокола, като за формат на входните и изходните параметри се използват JSON (JavaScript Object Notation) обекти.

Silex предоставя автоматично генерирана документация на генерираните услуги, техните входни и изходни параметри посредством добавен плъгин.

За автоматизираното попълването на стойности на метаданните на изображенията се използва външна система и вече изградената система за достъп до обектите.

Използва се Google Cloud Vision API, което има възможности да разпознава обекти от изображения и да класифицира изображения с помощта на самообучаваща се система. [Google Cloud Vision, 2017].

След добавяне на ново изображение към прототипа на системата се задейства връзката към външни системи, която се грижи да изпрати заявка към външната услуга и да обработи отговора подобаващо, като по този начин се обогатяват метаданните към импортираното изображение веднага след неговото импортиране.

Добавянето, премахването или редактирането на генерираните метаданни и класификации могат да се извършват след това без никакви ограничения.

За реализация на Подсистема Б. се използват Silex и релационна БД. Изградена е отделна подсистема и отделна БД, за да се даде възможността тя да бъде използвана отделно от основната система и реализацията на малки приложения, като например приложение за намиране на римуващи се думи. Също така използваната БД съдържа лингвистични ресурси като например речник със словоформи, който е сравнително обемист (над 1 милион словоформи) и разделянето му в отделна подсистема има и оптимизационна цел – бързодействие на приложението и разделяне на отговорностите.

Основният обект дефиниран в тази подсистема е 'дума', като към него са добавени следни атрибути:

- **характеристика** – стойност за характеристиката на думата, като напр. съществително, глагол и т.н.;
- **римоформа** – генерирана римоформа на думата посредством разработения алгоритъм. Добавена е статично с цел бързодействие на системата и използването и в други алгоритми и процедури, като например генерирането на типове КТЕ за посочване на римуващи се и неримуващи се думи;

– **ударена форма на думата** – думата с нейното ударение, където ударената гласна е с главна буква.

Спомагателни обекти свързани към основния са: производни форми (derivative forms), неправилни форми (incorrect forms) и значения (meanings). Всеки един от тях се използва в различна част от цялостната система и спомага за генерирането на различните типове КТЕ поддържани от системата.

Управлението на обектите става посредством приетия HTTP протокол и JSON формат на данните.

Подсистема Б. използва **блок за лингвистична обработка**. В **лингвистичния блок** или блок за лингвистична обработка се съдържат *алгоритми* и *ресурси*. В блока се използват алгоритми на базата на готови компютърни модели за: фонетичната транскрипция и сричкоделение. В системата сме разработили алгоритъм за римоформа на дума и алгоритъм за търсене на римуващи се думи. Реализираните алгоритми за фонетичната транскрипция, сричкоделение, римоформи за информационните обекти от тип „текст“, са отделени в отделна независима подбиблиотека.

За реализиране на алгоритъма за фонетичната транскрипция се използва компютърен модел създаден в кат. Компютърна информатика на ПУ [Тотков, 1990; Totkov, Tanev, 1999; Totkov, 1988-2000]. **Компютърният модел на фонетичната транскрипция** (Totkov, 2003) използва систематизирани редица правила, известни във фонетиката на БЕ, като регресивна асимилация, краесловно обеззвучаване, верижна асимилация и др. Използват се **207 правила** за фонетична транскрипция [Сивакова, 2011]. При транскрипцията се използват някои граматични характеристики на думите. В компютърният речник със словоформи, необходим за фонетичната транскрипция е записана само необходимата за транскрипцията информация (анотация), а именно дали е глагол или клитика (енклитика или проклитика).

За **компютърната реализация на сричкоделението** са използвани оригинални минимизирани правила за сричкоделение (вж. Правило А), подходящи за софтуерна реализация [Тотков, 2004].

Автоматично се въвеждат следните стойности на метаданни за информационни обекти от тип „текст“ и за метаданните *описание* за информационни обекти от тип „изображение“: фонетична транскрипция; сричкова структура (сричкоделение); римоформа; структура С и Г (съгласни и гласни); структура С-Г (съгласни, гласни и срички).

Функционалните изисквания към **Подсистема В**. Управление на метаданни налагат тя да бъде разработена в “близост” до Подсистема А, тъй като тя ще оперира на базата на обектите от тази подсистема. Нейната разработка е включена в разработката на Подсистема А описана по-горе.

Функционалните изисквания към **Подсистема Г** Генериране (по зададени критерии) на когнитивни ТЕ от определен тип налага написването на специализирани заявки за търсене на информационни обекти от базата данни. Заявките работят с обектите от цялата БД като в зависимост от входните критерии те могат да включат

или изключат определени информационни обекти (изображения, текст). Реализацията на тази подсистема стъпва върху описаните по-горе подсистеми.

Алгоритъмът за автоматизираното генериране на когнитивни ТЕ очаква редица входни параметри, определящи начина на създаването на тестовата единица. Реализирани са всичките типове когнитивни ТЕ от предложените 32 типа в Глава 2. Входните параметри са: име на тестовата единица; тип на когнитивното умение, което ще се диагностицира/развива; брой на верните отговори – числова стойност по-голяма или равна на 1; брой на грешните отговори – като горното.

Спрямо избрания тип КТЕ се избира дали ще се работи с изображения или с текст.

3.2. База данни за когнитивни тестови единици

За да се осигури моделиране на КТЕ и когнитивните тестове използваме следните групи таблици в Базата данни за когнитивни тестови единици (БДКТЕ): „Users“ за управление на потребителите, „Answers“ – представяне на типовете ТЕ, „Images“ – управление на изображенията, „Units“ – управление на КТЕ; „Units“ – за управление на когнитивните тестове; „Dictionary“ – за управление на лингвистичните ресурси; „System“ – системни функции.

За да бъде изградена добре една система тя трябва да има добра основа за БД, но за да бъде използвана тя трябва да бъде и разширяема. Колкото и добра да бъде една софтуерна система, ако най-малката промяна изисква промяна на голяма част от програмния код и/или дизайна на БД, то нейната използваемост бързо се изчерпва и системата бива заменена с друга. Ще представим БД, която да позволява поддържането на система за автоматизирано генериране на тестове с КТЕ. Възможно е някои таблици да бъдат преизползвани с цел минимизиране на дублираната информация или още познато като нормализиране на БД.

За визуалното изграждане на БД използваме безплатен софтуер за графично моделиране на БД на фирмата Oracle – MySQL Workbench. Както става ясно ще използвам MySQL безплатния сървър за БД, като MySQL диалекта е съвместим с доста други безплатни разработчици на БД (PostgreSQL, MariaDB и др.) и може лесно да бъде заменен в последствие при нужда.

3.3. Софтуерен прототип

Софтуерния прототип е базиран на архитектурата представена в Глава 2.

Прототипът на системата е разработен спазвайки няколко съвременни добри практики и принципи за програмиране. Архитектурно приложението е разделено на две части: сървърна част и уеб-приложение. Разделянето дава възможност за отделяне на презентационната част и програмната логика и достъпа до обектния модел. Това позволява част от програмната логика да бъде показана в друга презентационна част и преизползвана в други приложения. Също така може да се разработи и друга презентационна част специално за мобилни устройства или настолна версия. Сървърната част е проектирана като се следва DDD (Domain Driven Design). DDD разделя приложението в 3 части:

- **модели** – съдържа всички модели на прототипа на системата;
- **приложна част** – съдържа всички операции, които могат да се извършват с моделите;
- **интерфейсна част** – съдържа връзката между приложната част и избраната работна рамка.

При така посоченото разделение лесно се виждат функционалностите на прототипа на системата и самите функционалности не са зависими от инфраструктурни промени. С този избор се решава един от най-често срещаните проблеми на съвременните приложения – зависимостта от избраната работна рамка и разрастването на самото приложение. С бързото разрастване на работните рамки, често се налага да се променя и кода и в по-редки случаи се налага да бъде заменена работната рамка, за да може приложението да се разраства.

Чрез промяна на настройките в частта 'db.options', може да се конфигурира приложението да използва друга БД. Достъп до услугите на Google Cloud се конфигурира в секция 'google', като е нужно да се конфигурира името на проекта създаден в Google Console и специално генериран файл-ключ в същата тази конзола. Файлът съдържа настройки за показване на детайли при изникване на грешки. В частта 'jwt' се настройват криптиращите ключове за автентикацията. Публичният ключ може да се сподели с друга система, която да валидира клиентските ключове и така да се преизползват потребителите на системата. Частният ключ се използва за генериране на JWT Token ключове. Настройката 'life_time' конфигурира валидността на създадените клиентски ключове. С намаляване на времето на валидност може да се повиши сигурността на приложението от към достъп от откраднати ключове.

Уеб-частта на прототипа на приложението използва работната рамка Angular създадена от Google за уеб приложения. Разработката с нея става бързо и се следват основни принципи и добри практики при уеб-приложенията. Приложението е разделено на модули, като всеки модул отговаря за различна функционалност на системата.

Достъпът до сървърната част става посредством AJAX (Asynchronous JavaScript And XML). От услугите реализирани в уеб-частта се правят заявки към сървърната част. Програмният код на прототип на една такава услуга за достъп за работа с тестове съдържа отделни методи за съответните функционалности, като например метода "getTestsList (page?: string)" се използва да взема списък от тестове. Сигатурата на метода дава възможност да се подава опционален параметър "page" за страниране на резултатите. Изпращането на заявката става посредством HTTP протокола. Отговорът от сървъра е стандартизиран по стандарта Hypertext Application Language (HAL JSON). Стандартът помага да се изгради адекватна структура от модели (обекти) в уеб приложението и да се изгради единна система за обработка на комуникацията със сървъра.

Реализираният прототип на системата е с отворен код и достъпен публично на адреси: <https://github.com/angelov-todor/dictionary> – за сървър приложението; <https://github.com/angelov-todor/dictionary-ui> – за уеб приложението.

Използването на стандарти помага за по-лесното навлизане на нови разработчици.

Функционалните изисквания за **Подсистема А. (за управление на изображения)** включват: възможности за импортиране на информационни обекти от тип „изображение“; възможности за импортиране на нови обекти чрез заявки към външни информационни източници; преглед, редактиране, изтриване на изображения; автоматизирано задаване на стойности на метаданни на обекти от тип „изображение“.

Информационните обекти от тип „изображение“ могат да бъдат импортирани в БД: чрез потребителския интерфейс на системата от потребител или от външни източници.

Попълването на стойностите на метаданни за изображение е автоматизиран процес и се управлява от събития. За целта за връзка с външен източник се използва Google Vision API. Използва се, за да опише какво има на изображението и това се записва като стойност на метаданната *описание* на информационния обект от тип „изображение“. Google Cloud Translate API се използва за превод на български език на описанието на изображението получено от Google Vision API.

Създава се нов клиент за достъп до услугата, като се изискват идентификатор на проекта и файл-ключ за достъп. След това се създава ново изображение към горепосочения проект, като в случая сме изискали към изображението да се търсят описващите го думи. Google Vision API предоставя различни способности за обработка на изображения, като например може да се различават забележителности, лица, основни свойства на изображението (като доминиращ цвят) и други. За всяко от получените описания, използваме Google Translate API за преведем на български език.

Добавянето на информационни обекти от тип „изображение“ може да става и чрез потребителския интерфейс в системата заедно със стойности на метаданни за изображенията. Потребителят може да избира изображенията, които да импортира в системата.

За добавянето на информационен обект от тип „изображение“ се използват заявки към външен модул с Google Custom Search API. Той дава възможност за персонализиране на търсене, като върнатите резултати да отговарят на предварително зададени критерии. Търсенето на изображенията се извършва по описание, което представлява ключова дума. В случая е персонализиран да търси изображения в различни сайтове. Намерените изображения се импортират в БД заедно с намерени характеристики за него.

За оптимизация на системата по отношение на трафика клиент-сървър има възможност за динамично или статично генериране на различни размери за добавените изображения.

Софтуерният прототип на подсистема Б използва реляционна БД за информационни обекти от тип „текст“. Добавянето на обекти може да става чрез използването на външен речник със словоформи.

Използват се алгоритми за фонетична транскрипция, сричкоделение и римуване в БЕ. Тези алгоритми се прилагат при добавянето на информационните обекти от различен тип. Реализирано е събитие при което алгоритмите се използват автома-

точно от системата. Така при добавяне на метаданни от тип "Описание" към изображение автоматично се добавят метаданни от генерираните от алгоритмите сричко-деление, римоформа и фонетична транскрипция. Автоматичното добавяне става като се изпълнява код, при настъпването на събитието "ImageMetadataAdded". Насъпилото събитие уведомява системата кое конкретно изображение и кое конкретно описание трябва да се обработи с реализираните алгоритми.

Прототип на подсистема В. Управление на метаданни

Подсистема В включва функционалности за: управление на система от метаданни; автоматизирано генериране на метаданни за информационните обекти; извличане на нови метаданни; извличане на стойности за метаданните; преглед, редактиране и изтриване на метаданни.

Метаданните към обектите на изображенията се съхраняват в БД. Поддържа се йерархична структура на метаданните – „дърво“. Първоначално в БД са въведени определени метаданни за обектите като форма, материал, сетивност и др. и техните характеристики напр. за форма – геометрични фигури (квадрат, правоъгълник и др.) (по Таблица 2.5.). За попълването на стойностите на съществуващи метаданни за дадени обекти към изображение се използва цикъл от задачи. Задачите са от тип на когнитивна ТЕ 4.2. Сравнение с образец (Таблица 2.2.). Цикълът от задачи се състои от два типа задачи: за попълване на метаданни и за задаване на стойности на метаданни. Първо се изпълняват задачите за задаване на метаданни. След това се изпълнява цикъл от втория тип задачи. За дадено изображение се взема на случаен принцип от БД с метаданни и стойности и се задава въпрос напр.: „Това кръг ли е?“, или „Опишете формата на обекта“. Ако отговорът е да тази характеристика се добавя за конкретното изображение, както и ако се зададе нова стойност.

Добавянето на нови метаданни, които не са в БД става чрез интерфейса на системата от потребител. Като специалистът избира на кое ниво ще добави новите метаданни. Редакцията и добавянето на нови метаданни става посредством уеб форми.

Метаданните и техните стойности могат да се извличат и с помощта на външните системи Google Custom Search API и Google Vision API. С помощта на първата се търсят изображения в Интернет и могат да се импортират в БД заедно с техните метаданни и стойностите им. С помощта на втората се описва това, което е на самото изображение и описанието става стойност на метаданните описание за изображение.

Прототип на подсистема Г. Генериране на когнитивни тестови единици

Подсистемата използва БД за съхранение на ТЕ. На базата на направена класификация на типовете КТЕ за дадено когнитивно умение се предлага набор от КТЕ за него. Типовете ТЕ, които системата включва системата са множествен избор, множествен отговор и кратък отговор.

Подсистемата генерира ТЕ по зададени входни параметри. Подсистемата поддържа различни шаблони на ТЕ спрямо типа когнитивно умение, за което се подготвя. Към ТЕ трябва да могат да се задават и допълнителни характеристики като:

времетраене, точки при верен отговор, отрицателни точки при грешен отговор, тип и други. Към ТЕ могат да се включват и информационни обекти от различен тип (текст, изображение).

Реализация на услуга за генериране на когнитивна ТЕ с изображения представени в матрица. Сигнатурата на метода получава един входен параметър и има един изходен. Входния параметър е обект представляващ HTTP заявката пратена към сървъра. Изходния параметър е отговор представен като обект. Взимат се параметрите за текст, колони, редове и критерий за подбор на изображенията. Взима се уникалният идентификатор на когнитивния тип, към който ще се зачисли когнитивната ТЕ. От хранилището с обекти (респективно БД, ако обекта не присъства в кеш паметта) се извлича обекта. Създава се нов обект от тип *Unit* и се запазва в хранилището. На база входните параметри за брой редове и колони се извършва търсене на изображения от БД отговарящи на параметъра 'критерий'. За всяко изображение се създава нов обект от тип *UnitImage* и обект от тип *Position*, които пазят релацията на изображението с КТЕ, и съответно позицията ѝ. Получената йерархия от обекти се съхранява за постоянно и съответно се указва да се върне отговор съдържащ създадената единица форматира спрямо стандарта HAL JSON.

За създаване на нов тип когнитивна ТЕ е необходимо да се допише в системата подобен метод използващ функционалностите за търсене на хранилището.

Външен модул за импорт (експорт). Модулът може да използва готова функция, която трансферира готови ТЕ от акумулативен тип в Moodle. Ако ТЕ бъде променена и изпратена в Moodle тя отива като нова ТЕ. ТЕ от акумулативен тип се връщат от Moodle с натрупаните отговори.

Прототип на подсистема Д. Генериране на тестове

Създаването на тест от ТЕ е автоматизиран процес. Генерирането на тест става на базата на заявки към БД за автоматизиран избор на обекти, подходящи за включване в ТЕ от зададен тип (например, генериране на ТЕ за различаване на обекти с различни характеристики се извършва чрез заявка към БД за извличане на набор от информационни обекти със зададени стойности на съпровождащите ги метаданни).

Генерирането на тест става в две стъпки. Първо се въвеждат основните данни за създаването на тест, като име, когнитивно умение, което ще се изследва, методика към която се причислява теста и други. След това потребителя има възможност да добави определен брой тестови единици свързани с когнитивното умение или ръчно да избере кои тестови единици да включи в теста. От потребителската заявка се извлича желания брой тестови единици за добавяне. От хранилището се търсят тестови единици подходящи за тест и такива, които не са вече включени в теста. Ако броя намерени тестови единици не отговаря на желания брой на потребителя се извежда съобщение, като той има възможност да намали броя желани КТЕ или да генерира нови КТЕ от желания когнитивен тип. Намерените тестови единици биват добавени към теста след което на потребителя се предоставя информацията случилите се промени.

Първоначалните данни на теста могат да бъдат променени, като потребителя следи тяхната коректност. Ако в теста са добавени тестови единици, когнитивното умение, което теста изследва, не може да бъде променено. Тази рестрикция е въведена с цел консистентност на теста и тестовите единици включени в него. Потребителя има възможност да премахне всички ТЕ в теста. Вече създаден тест може да бъде решаван от потребителите на системата.

Прототип на подсистема Е. за комуникация взаимодействие (управление на потребителския достъп):

Подсистемата включва управление на потребителския достъп. Има два вида достъп: контролиран и публичен. За осигуряване на автентикация и оторизация се използва JWT (JSON Web Token), като интеграцията му е мултиплатформена. JWT е ключово базиран контрол на достъп. Сървърната част на приложението създава криптиран ключ с данните на потребителя и го предава на клиента за последващо използване. Ключът може да се използва както от клиента така и от други приложения за достъп до данните. За повишаване на сигурността ключа има валидност един час. След това време той става невалиден и системата няма да приема неговото използване. Този алгоритъм на автентикация е един от най-добрите без запазване на състоянието и реализирането на REST базирана система.

Оторизацията е реализирана като ролево базирана подсистема (Role Base Access Control – RBAC). Всеки потребител поискал ключ за достъп с валидни данни получава такъв с включени неговите роли. При последващо използване на този ключ се проверя дали заявената функционалност се оторизира с потребителските роли.

Част от функционалността на системата е достъпна и за нерегистрирани потребители.

Така създадения софтуерен прототип има следните **предимства**: гъвкав и разширяем; с отворен код; лесно се сменят работните рамки благодарение на DDD; разделенето на server и client позволява да се направи клиент за мобилни устройства без да се сменя сървърната част.

4. ЕКСПЕРИМЕНТИ И РЕЗУЛТАТИ

В тази глава се решава **задача 4.**, а именно експерименти със проектирания и реализиран прототип на система за автоматизирано генериране на когнитивни тестове. Описани са възможностите за различните потребители и проведеният експеримент.

4.1. Възможности за потребителите

Системата е уеб-базирана. В системата могат да се регистрират **два типа потребители**: специалисти (методисти, учители, педагози) и потребители, които ще се тестват или ще бъдат тествани в случай на деца.

При регистрацията на потребителите се въвеждат данни като: потребителско име; парола; възраст; роля – специалист или тестван; име и фамилия; e-mail.

В зависимост от вида на потребителя се предоставят различни възможности за достъп до прототипа на системата. Тъй като най-често потребителя, който ще бъде

тестван е дете то неговата регистрация и тестване ще се осъществява с помощта на родител или специалист.

Без регистрация всички потребители имат достъп до следните възможности от меню *Речници* опция *Инструменти*: фонетична транскрипция на текст или дума; сричкова структура на текст или дума; сричкоделение; римоформа; търсене в речника със словоформи на думи, съдържащи даден текст във фонетичната структура; с определена римоформа; с определена структура като поредица от съгласни и гласни.

След като един потребител е регистриран в системата той може да влезе с потребителско име и парола за да използва възможностите, които системата предоставя.

След регистрация **специалистът** може да:

- използва същите възможности както и без регистрация
- създава тест по методика за диагностика на когнитивни умения;
- създава тест по методика за развитие на когнитивни умения на базата на резултатите от вече решен тест за диагностика;
- да редактира вече създаден тест;
- да преглежда решени тестове от потребители (следи изпълнението на тестове);
- да създава ТЕ;
- импортира изображения в системата, които да се използват от КТЕ;
- задава стойности на метаданните за изображенията;
- да редактира изображения и стойности за техните метаданни.

След регистрация тестваният потребителя, който ще се тества може да:

- решава тест за диагностика на когнитивни умения предложен от специалист;
- решава тест за развитие на когнитивни умения предложен от специалист след решен тест за диагностика;
- да вижда статистика за решаван от него тест с правилно и грешно решени КТЕ;
- да решава задачи за задаване на стойности на метаданните за информационните обекти от тип „изображение“.

4.2. Управление на изображения

Информационните обекти от тип „изображение“ могат да се импортират в БД на прототипа на системата от потребителя специалист чрез интерфейса на системата – от наличните на неговата компютърна система или чрез търсене по ключова дума във външна система (Google Custom Search API).

Специалистът може да **импортира изображения** в БД на прототипа на системата от меню *Изображения* опция *качи*. Избира се файлът за импортиране и се показва изображението и името на файла. Ако иска да импортира изображението натиска бутон „качи“. Дава се възможност за импортиране на няколко изображения наведнъж. Това е голямо предимство особено ако в един тест са включени голям брой изображения.

Специалистът може да **импортира в БД изображение след търсене** по ключова дума. Това става от меню *Изображения* опция *търсене*. Прототипът на системата търси в Интернет по въведената ключова дума и извежда всички намерени изображения, отговарящи на търсенето. След това специалистът може да избере

изображението, което се маркира като „избрано“ и да натисне бутон „запиши“. Така избраното изображение се записва в БДКТЕ.

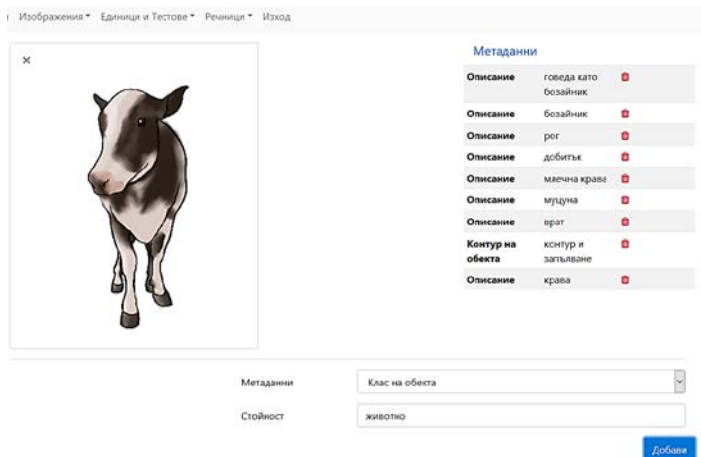
След импортиране на изображение без значение дали от компютъра на потребителя или след търсене от прототипа на системата в Интернет, изображението преминава в **режим извличане на стойности на наличните метаданни**. Ако изображението е от Интернет към метаданните се добавя и източник със стойност сайта, от където е намерено изображението (това става автоматично от системата).

В този режим могат да се задават стойности на метаданните, които са въведени в системата предварително по Таблица 2.5. Стойности на метаданни на информационни обекти от тип „изображение“.

На Фигура 4.1 е дадено изображение и неговите метаданни със зададени стойности.

Системата използва външна система за **разпознаване на обектите на изображението** (Google Vision API). Част от стойностите за метаданни се генерират автоматично с помощта на външната система за описание на изображение. Специалистът може да приеме или отхвърли предложените стойности за метаданна *описание*. За всяка дума от описанието той може да избере дали е подходяща или не и ако не е подходяща да я изтрие. Ако той приеме описанието, то автоматично става описание на изображението и се съхранява в БД. Това описание помага при търсене на конкретно изображение в БД.

При избор на метаданни например *сетивност* излиза списък със стойности: топло, студено, горещо. Потребителят може да избира метаданни от списъка и да добавя стойности за тях. На Фигура 4.1 предпоследното и последното добавените стойности на метаданни (описание – крава; контур на обекта – контур и запълване) е направено от специалиста, а всички останали са автоматично изведени с помощта на външната система за разпознаване на изображения.



Фигура 4.1. Извличане на стойности на метаданните за информационен обект от тип „изображение“

Системата добавя автоматично стойности за метаданните за цифровото изображение, а именно: тип на файла, размер, източник. Автоматично се добавят стойности към метаданни *описание на изображението*:

- фонетична транскрипция;
- разделяне на срички;
- римоформи на думите в описанието;
- структура на думите като поредица от съгласни и гласни.

Не е задължително всички стойности да се задават в момента на импортирането на изображението. Те могат да се оставят за по-късен етап. Ако не бъдат зададени веднага след импортирането на изображението ще бъдат включени в цикъл от задачи за попълване на стойностите на метаданните.

От меню *Изображения* опция *изображения* могат да бъдат **прегледани всички качени в БДКТЕ изображения**. Те могат да бъдат изтривани, или да им се редактира описанието и зададените стойности на метаданните.

4.3. Управление на метаданни и лингвистични ресурси

Метаданните на информационните обекти от тип „изображение“ и техните стойности могат се попълват по следните начини:

- от специалист чрез интерфейса на прототипа на системата;
- цикъл от задачи;
- от администратор.

Специалистът може да добавя **метаданни за изображения** ако ги няма в наличните. Това става от меню *Метаданни*. Въвежда се наименование на новите метаданни, типа на метаданните – текст, число или др. и дали е „родител“ на вече съществуващи данни. Могат и да се допълват стойностите на вече създадени метаданни. На Фигура 4.2 са показани част от въведените в БД на прототипа на системата метаданни и техните стойности. Например за метаданна *цвет на обекта* са въведени стойности: черно-бял, червен, жълт, син, зелен, оранжев, розов и сив. Може да се добави нов цвет като се избере бутона за редактиране в колона действия на Фигура 4.2.

Освен това в БДКТЕ има записани метаданни за информационните обекти от тип „текст“. В системата се използват **лингвистични ресурси** записани в БДКТЕ като речника със 1 174 607 словоформи и техните характеристики (глагол, съществително, клитика), необходим за фонетичната транскрипция, сричкоделението и рими. Думите в речника са с поставени ударения.

В едната колона в речника е думата, другата колона е за фонетичната транскрипция и третата е за разделянето на срички. В друга таблица на БД се съхранява речника с поставените ударения, нормалната форма на словоформата и римоформата ѝ.











При избор на дума се показват и допълнителни характеристики за нея като например производни форми.

Метаданните за информационните обекти от тип „изображение“ и техните стойности могат да се извличат и чрез **цикъл от задачи**.

Задачите включени в цикъла са *два типа*:

- за определяне на подходящи метаданни за изображение;
- за попълване на стойности на метаданните, подходящи за изображението.


Метаданни

| Име | Родител | Стойности | Действия |
|---------------------------------------|---------|---|---|
| <input type="text" value="дума"/> | | | |
| Фонеми | | използва се при автоматизираното генериране на фонеме |   |
| Форма на обектите | | графична – геометрични фигури (триъгълник, правоъгълник, ромб, успоредник, квадрат, елипса, окръжност); изобразителна; символна – (букви и символи) |   |
| Характеристики на файла с изображение | | формат, размер, източник |   |
| Цвят на обекта | | черно-бял, червен, жълт, син, зелен, оранжев, розов, сив |   |
| Част от денонощието | | ден, нощ |   |

Фигура 4.2. Промяна на метаданни за изображения и техни стойности

На *първа стъпка* на специалиста се предлага цикъл от задачи за определяне на кои метаданни са подходящи за конкретно изображение. На случаен принцип от БД се извлича изображение и специалиста трябва да посочи кои от посочените метаданни (от наличните в БД) са подходящи за тях. След като специалиста посочи метаданните конкретното изображение може да бъде включено в цикъл от задачи за определяне на стойности на посочените метаданни.

На *втора стъпка* на случаен принцип от БД се показват изображения (минали първа стъпка) с възможност за задаване на стойности на метаданните, за които няма такива в БД. На Фигура 4.3 е показано изображение от цикъла със задачи за задаване на стойности на метаданните. За показаното изображение трябва да се зададе стойност на „контур на обекта“. В случая е избрана опцията само контур (т.е. няма запълване).



Опишете 'Контур на обекта' на картинката.

Фигура 4.3. Изображения от цикъла със задачи за определяне на стойности на метаданни

4.4. Генериране на тестове

В системата могат да се генерират два типа тестове: за диагностика и за развитие на когнитивни умения. Тестовете за развитие могат да се генерират на базата на резултати от диагностичен тест. Те могат да се генерират и като диагностични тестове без да са на базата на диагностичен тест.

Ако специалистът иска да **генерира диагностичен тест** трябва да избере от меню *Тест* опция *генерирай тест*. Тестът се генерира по дадена методика и може да съдържа подтестове. Всеки подтест всъщност представлява тест за дадено когнитивно умение.

При генериране на тест за диагностика се въвеждат следните полета (Фигура 4.4):

- наименование на теста;
- когнитивно умение;
- методика, по която се провежда теста – това всъщност представлява тест, който може да съдържа подтестове като създавания в момента тест. Новият тест може да се добавя към съществуваща методика или да се създаде нова;
- възраст, за която е подходящ теста;
- бележки по провеждането на теста;

Избира се когнитивното умение, за което ще се генерира теста. На база на него се появява списък с подходящите за избраното когнитивно умение КТЕ.

cognitive.iplovdiv.com:8080/bg/tests/generate

ни Изображения ▾ Единици и Тестове ▾ Речници ▾ Изход

Генериране на тест

Име

Когнитивно умение

Методика

Възраст от до

Нужни точни

Скала на оценяване

Време за провеждане

Доп. бележки

Фигура 4.4. Екран от системата – генериране на тест

На Фигура 4.4 е дадено генерирането на *Тест за готовността на детето за училище* [Бижков, 2011]. В поле *методика* е въведено наименованието на целия тест, а в поле *име* се въвежда наименованието на подтест, който е за конкретно когнитивно умение (в случая езикови умения). След генерирането на теста се изчисляват автоматично следните характеристики за тест (част от тях могат да се въведат и от потребителя):

- брой КТЕ, включени в теста;
- типовете КТЕ;
- скала за оценяване на КТЕ;
- време за провеждане, на база на времената посочени за отделните КТЕ.

Специалистът избира тип КТЕ, който ще генерира от списъка. Всеки тип КТЕ има подтип. След избор на тип се появява списък с подтип КТЕ. Преминва се към генериране на КТЕ. Следваща стъпка е генерирането на КТЕ към теста. Наименованието на подтип става като условие на КТЕ.

Всяка КТЕ може да съдържа изображения и следваща стъпка е търсене на изображения, които да бъдат включени в КТЕ. При съставянето на КТЕ могат да се търсят изображения в БДКТЕ, които притежават определени атрибути. Например може да се търсят изображения, съдържащи в описанието си буква *л* и съответно и изображение не съдържащо буква *л*. Системата извежда първо всички изображения, съдържащи указания звук *л* и след тях и тези, не съдържащи *л*.

След извеждане на обектите отговарящи на зададените критерии, потребителят може да избере тези обекти, които да съставят задачата. Избор на изображение става чрез щракване върху него. Изображенията, които ще влизат в КТЕ могат да бъдат търсени по стойностите на метаданните им (за които са зададени стойности).

Специалистът може да генерира КТЕ като избере от меню *Генерирай опция КТЕ*. Избира се тип на КТЕ. Могат да се избира дали тази КТЕ ще бъде част от вече създаден тест или ще бъде самостоятелна и да се съхранява в БДКТЕ и после да бъде използвана.

Когато всички изображения са избрани те могат да бъдат подредени по определен начин. Избира се какъв ще е типа на ТЕ. Тя може да е множествен избор чрез радио-бутон, кратък отговор с текстово поле или избор на част от изображение. При създаване на когнитивна ТЕ се посочва име на КТЕ; условието *й* в поле текст; от тип се избира типа на ТЕ като вариантите са: избор, множествен избор, есе, кратък отговор, истина-лъжа. В поле когнитивен тип посочен типа на когнитивната ТЕ, следва когнитивния подтип. Тези полета са попълнени автоматично при избор на когнитивно умение за създавания тест, част от който е КТЕ. Посочва се и кое изображение представлява верния отговор в КТЕ като се натисне бутон *маркирай* като *вярно* или *съответно невярно*.

След като изображенията, влизащи в състава на КТЕ са избрани трябва да се въведат условието на задачата, препоръки и озвучаване на условието. Трябва да се избере и начина на подреждане на обектите. Избира се и типът на отговора, брой точки при правилен отговор и правилния отговор. На следваща стъпка на потребителят се показва готовата задача и той може да я запази за по нататъшно ползване.

След генериране на дадена КТЕ може да се премине към генериране на следващата КТЕ към теста. Когато всички КТЕ за теста са генерирани той е готов и може да се прегледа.

Специалистът може да задава кой тест за кой потребител е подходящ.

Генерирането на тест за развитие може да бъде създаден на базата на резултати от диагностичен тест за даден потребител или за дадени умения. За втория вариант генерирането става като генериране на тест за диагностика.

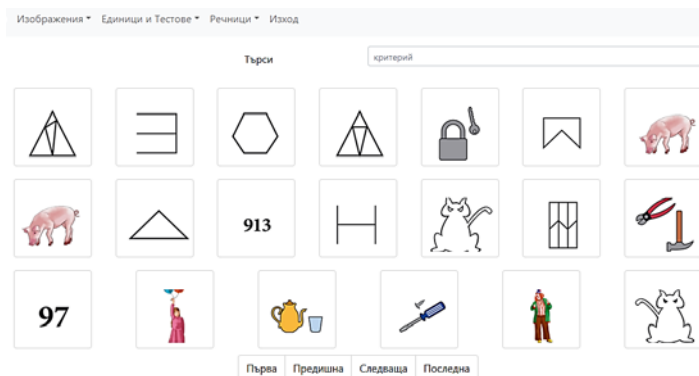
При генериране на тест за развитие на базата на диагностичен тест специалистът избира потребител и решен от него тест и вижда статистика за този тест, кои задачи за кои умения са решени правилно и кои не.

Потребителят тестван след регистрация може да решава тест. Тестът може да бъде избран от специалиста. Системата определя спрямо посочената възраст при регистрация, кои тестове са подходящи за конкретния потребител.

След решаването на тест излиза статистика за потребителя кои задачи са верни и кои грешни.

4.5. Експеримент

Проведохме експеримент в системата и създадохме тест за диагностика на готовността на децата за училище по [Бижков, 2011]. Авторът на изображенията в теста Явор Грънчаров ни предостави изображенията включени в него.



Фигура 4.5. Изображения от теста за диагностика на готовността на детето за училище, импортирани в БД на системата

Прототипът на системата е разположен на следния адрес:

<http://cognitive.iplovdiv.com:8080/bg/login>.

Всички изображения към теста общо 230 на брой бяха качени и след това бяха генерирани КТЕ и теста. На Фигура 4.5 е показана една част от изображенията от теста, импортирани в БД на системата.

Така създаденият тест може да бъде решен от регистриран потребител тестван. След това неговите резултати могат да бъдат видени както от него така и от специалиста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамките на дисертационното изследване са решени следните основни задачи:

Задача 1. Проучване на състоянието в областта – запознаване с понятията когнитивност, когнитивни умения и видовете когнитивни умения; проучване на развитието и диагностиката на когнитивни умения; преглед на възможностите на системи за е-обучение и е-тестване за генериране на тестове; софтуерни приложения за диагностика и развитие на когнитивни умения.

Задача 2. Предлагане на модел на модел на КТЕ и когнитивен тест, които ‘покриват’ най-често срещаните когнитивни тестове и КТЕ с подобен характер. Създаване на архитектура на система за автоматизирано генериране на когнитивни тестове.

Задача 3. Проектиране и реализиране на система за автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения.

Задача 4. Експерименти с реализираната система за автоматизирано генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения.

С решаването на задачи 1. – 4. е **постигната основната цел** на дисертационното изследване – да се подпомогне и интензифицира процеса на създаване на тестове за развитие и диагностика на когнитивни умения.

Приноси на дисертационния труд

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

Научни приноси на дисертационното изследване са:

Н1. Създаден е модел на когнитивен тест и когнитивна ТЕ, подходящи за компютърна реализация;

Н2. Предложена е методика за създаване на система за автоматизирано генериране на когнитивни тестове.

Научно-приложни приноси на дисертационното изследване са:

НП1. Класифицирани са типовете и подтиповете когнитивни тестови единици, участващи в когнитивните тестове;

НП2. Предложена е архитектура на система за автоматизирано генериране на когнитивни тестове;

НП3. Реализиран е софтуерен прототип на система за автоматизирано генериране на когнитивни тестове.

Приложни приноси на дисертационното изследване са:

П1. Създадената система за генериране на тестове за диагностика и развитие на когнитивни умения е експериментирана със стандартизиран тест за диагностика на готовността на детето за училище, който се използва в предучилищното образование;

П2. Системата е с отворен код и може да се развива и редактира от други потребители;

ПЗ. Системата е уеб-базирана и вече генерираните когнитивни ТЕ и когнитивни тестове и тестове ще могат да се използват от повече специалисти, както и въведените обекти (изображения) в проектираната БДКТЕ.

Перспективи за развитие

Като перспектива за развитие на дисертацията би могла да се развие за други възрастови групи.

Системата може да се направи достъпна за мобилни устройства. Тогава ще могат да се разработят и КТЕ, които включват писане върху екрана на устройството.

Най-различни тестове за диагностика и развитие, които се използват в детската градина могат да се генерират с помощта на предложената система. Така генерираният тест може да се използва в детските градини и училищата за диагностика на готовността на детето за училище.

ЛИТЕРАТУРА

- [Ангелов и др., 2014] Ангелов Т., В. Сивакова, Г. Тотков. *Автоматизирано генериране на фонетични и когнитивни тестови единици*. Български език, литература и е-обучение. стр. 117 – 138. Изд. „Ракурси“ ООД, Пловдив 2014, ISBN 978-954-8852-47-0.
- [Батоева, 2007] Батоева, Д., *Педагогическа и психологическа диагностика*. Помагало за изследване на деца и ученици. София : Аскони-издат, 2007. ISBN 978-954-8542-89-0.
- [Бижков, 2011] Бижков, Г. и др., *Тест за диагностика на готовността на децата за училище*. София : УИ „Св. Климент Охридски“, Сдружение „Национален тестов център“. 978-954-07-3208-4.
- [Джамбазова, 2008] Джамбазова Е. и др. *Методическо ръководство за реализиране на образователното съдържание*. Учебна система „Здравей училище!“, София 2008, 752 стр. ISBN 978-954-18-0658-6.
- [Захаријева, 2000] Захаријева, Р., *Диагностична методика за изследване на способностите на детето необходими за обучение и учене в първи клас*. Ръководство за изследване на детето. стр. 158 – 174, София, 2000.
- [Здравкова, 2008] Здравкова С. и др. *Методическо ръководство за реализиране на образователното съдържание в 1. група на детската градина*. 340 стр. София, 2008. ISBN 978-954-18-0712-5.
- [Здравкова, 2009 а] Здравкова С., Ц. Илиева. *Сладководна пътечка към родния език за трета група*. Изд. Булвест 2000, София 2009. ISBN 978-954-18-0725-5.
- [Здравкова, 2009 б] Здравкова С., Ц. Илиева. *Сладководна пътечка към родния език за подготвителна група*. Изд. Булвест 2000, София 2009. ISBN 978-954-18-0574-9.
- [Здравкова, С. и др., 2009] Програмна система „Приказни пътечки“ комплект работни листове за 1. група в детската градина Учебно помагало за обучение и диагностика по всички образователни направления. 2009. ISBN 978-954-18-0692-0.

- [**Иншакова, 2008**] О. Б. Иншакова, *Альбом для логопеда*, Коррекционна педагогика, 279 стр., Издателство Владос, 2008, ISBN 978-5-691-00179-6.
- [**Калчев, 2013**] Калчев, П. *Тест за училищна готовност*. Изд. Изток-Запад, София. 140 стр. ISBN 978-619-152-168-5,
http://iztok-zapad.eu/uploads/materials/Test_za_u4ilistna_gotovnost.pdf
- [**Коноваленко, 2000**] Коноваленко В.В., Коноваленко С.В. Экспресс-обследование звукопроизношения у детей дошкольного и младшего школьного возраста. Пособие для логопедов. — М.: «Гном-Пресс», 2000.
- [**Матюгин, 2010**] Матюгин И., Т.Аскоченская, И.Бонк. *Развитие на вниманието и паметта на вашето дете*, Стено, Варна 2010. ISBN 978-954-449-479-7.
- [**Радев, 2014**] Радев, П. Основни теми по психология. Изд. УИ „Паисий Хилендарски“, Пловдив 2014, ISBN 978-954-423-953-4.
- [**РазвитиеРеч**] Игра „Развитие на речта“, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hedgehogacademy.sequencesfree&hl=bg>
- [**Райкова, 2015**] Райкова, М. *Автоматизирано генериране на тестове*. http://old.nbu.bg/PUBLIC/IMAGES/File/departments/informatics/Seminar_Mariana_Raykova.pdf
- [**Сивакова, 2010**] Сивакова, В., Г. Тотков, Д. Благоев. *Автоматизирано генериране на логопедични фонетични задачи*. Научни трудове на СУБ, Пловдив, серия Б естествени и хуманитарни науки, т. XIII, Научна сесия „Техника и технологии, естествени и хуманитарни науки“ 11 – 12 XI 2010 Дом на учителите, Пловдив, стр. 221 – 224, ISSN 1311-9192.
- [**Сивакова, 2011**] Сивакова, В. Виртуално диагностициране и консултиране на деца със заекване. Дис. за присъждане на образователната и научна степен „доктор“, Пловдив, 2011.
- [**Соколова, 2004**] Соколова, Ю., *Информатика*. Готовимся к школе по интенсивной методике. 224 стр., Изд. Эксмо. Москва, 2004, ISBN 5-699-08602-1.
- [**Соколова, 2005**] Соколова, Ю., *Внимание*. Готовимся к школе по интенсивной методике. 192 стр. Изд. Эксмо. Москва, 2005, ISBN 5-699-09860-X.
- [**Соколова, 2005**] Соколова, Ю., *Развитие речи*. Готовимся к школе по интенсивной методике. 224 стр., Эксмо, Москва, 2005, ISBN: 5-699-04430-2.
- [**Соколова, 2006**] Соколова, Ю., *Логика*. Готовимся к школе по интенсивной методике. 224 стр. Изд. Эксмо. Москва, 2006, ISBN 5-699-04117-6.
- [**Тотков, 1990**] Тотков, Г. *Приближен подход за автоматизиран анализ на български текстове и създаването на лингвистичен процесор*. Слънчев бряг : н.а., 1990. стр. 295 – 302.
- [**Тотков, 2004**] Тотков, Г. *Концептуално и компютърно моделиране на езикови структури и процеси (с приложения за българския език)*, Дис. за присъждане на научната степен 'доктор на математическите науки'. Пловдив : с.п., 2004.
- [**Тотков, Райкова, Костадинова, 2014**] Тотков, Г., Райкова М., Костадинова Х. Тестът в е-обучението. Първо издание, Изд. Ракурси – Пловдив, 2014, 217 стр., ISBN: 978-954-8852-42-5.

- [Янчева, 2008] Янчева, В. М. Богданова. *Любопитна пътечка към математиката за подготвителната група*. Изд. Булвест 2000, София 2008. ISBN 978-954-18-0575-6.
- [ATutor] ATutor, <http://www.atutor.ca/>
- [BrainTrainer] Brain Trainer – mind games, <http://www.mindgames.com/Brain+Games>
- [Cogn, 2014] <http://bg.gatrain2.eu/challenges/cognition>, <http://www.oxfordlearning.com/cognitive-learning/>
- [Easy Test Maker] Easy Test Maker, <http://easytestmaker.com/>
- [Elasnas] Образователен софтуер „Заедно на училище“, <http://elasnas.bg/page/software>
- [FitBrains] FitBrains, <http://www.fitbrains.com/>
- [Google Cloud Vision, 2017] Google Cloud Vision, <https://cloud.google.com/vision/docs/>
- [HotPotatoes] HotPotatoes, <https://hotpot.uvic.ca/>
- [ILIAS] ILIAS, <https://www.ilias.de>
- [Learning, 2014] <http://www.learningrx.com/cognitive-definition-faq.htm>, посетен на 08.08.2014
- [MindGames] Mind games for android, <http://mindgames.mindware.mobi/>
- [Mitkov, 2003] Mitkov Ruslan, Le An Ha. *Computer-Aided Generation of Multiple-Choice Tests*. Proceedings of the HLT-NAACL 03 workshop on Building educational applications using natural language processing-Volume. Association for Computational Linguistics 2. p. 17 – 22, 2003, <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1118897>
- [Neuronation], NeuroNation – Scientific brain training exercises, <https://www.neuronation.com/>.
- [ProProfs] ProProfs, <https://www.proprofs.com/>
- [Quiz makers] Top Quiz makers, <https://www.digitalchalk.com/blog/top-10-quiz-makers-teachers-educators>, <https://myelearningworld.com/top-10-free-online-quiz-makers-for-teachers-and-educators/>
- [Raykova, 2011] Raykova, M., Kostadinova, Hr., Totkov, G. Adaptive Test system based on revised Bloom’s taxonomy. CompSysTech’11, Vienna, 2011, p.504-509.
- [Sakai] Sakai, <https://sakai.uri.edu/>
- [Sternberg, 2012] Sternberg, Robert J., Karin Sternberg. *Cognitive psychology*. Sixth Edition, 2012. ISBN -13, ISBN -10 9781111344764 1111344760, 609 p. <http://my.stust.edu.tw/sysdata/48/27948/doc/a9f9bcd34c971811/attach/1204223.pdf>
- [SurveyMonkey] SurveyMonkey, <https://www.surveymonkey.com/>
- [Totkov, 2003a] Totkov, G., V. Angelova. On Bulgarian Text-to-speech System.- In: Proceeding of the Intern. Conf. ICT&P ‘2003, Varna, 23 – 26 June 2003, p.p. 89 – 95.
- [Totkov, 88-2000] Totkov G., Resources and Tools for Computerization of Bulgarian Language (1988 – 2000), Искусственный интеллект, No.3, 2000, 573 – 577.
- [Totkov, Tanev, 1999] Totkov G., Ch. Tanev, Computerised extraction of Word Semantic through Connected Text Analysis, in A. Narin’iyani (eds.), Computational Linguistics and its Applications, Proc. of the International Workshop DIALOGUE’1999, 360 – 365.
- [Twig] Twig: PHP template engine, <https://twig.symfony.com/>

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. **Ангелов Т.**, В. Сивакова, Г. Тотков. *Автоматизирано генериране на фонетични и когнитивни тестови единици*. Български език, литература и е-обучение. стр. 117 – 138. Изд. „Ракурси“ ООД, Пловдив 2014, ISBN 978-954-8852-47-0.
2. Г. Тотков, В. Сивакова, **Т. Ангелов**. *Специално образование и е-обучение*, първо издание, Изд. Ракурси – Пловдив, 2014, 238 стр., ISBN: 978-954-8852-45-6.
3. **Ангелов Т.**, В. Сивакова, Г. Тотков. *Автоматизирано генериране на тестови единици за оценка на езикови знания*. Сборник доклади на XI-та Национална научна конференция за студенти, докторанти и млади учени, 16 май 2015 г., Пловдив, стр. 144 –149, ISSN: 1314-9547.
4. **Ангелов Т.**, В. Сивакова, Г. Тотков. *Автоматизирано генериране на тестови единици за оценка на когнитивни умения и езикови знания*. Сборник на IX Национална конференция „Образованието и изследванията в информационното общество“, стр. 79 – 88, Пловдив 2016. <http://hdl.handle.net/10525/2750>.
5. **Angelov, T. V. Sivakova, G.Totkov**. Automated generation of test units for diagnosis and development of cognitive skills. *Trakia Journal of Science* (in print).

