

Маргарита Василева Гочева

**МОБИЛНО ИГРОВО-БАЗИРАНО ОБУЧЕНИЕ ПО МАТЕМАТИКА
ЗА НАЧАЛЕН УЧИЛИЩЕН ЕТАП**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“

Област на висше образование:
4. Природни науки, математика и информатика
Професионално направление:
4.6. Информатика и компютърни науки
Докторска програма: „Информатика“

Научни ръководители:
проф. д-р Елена Петрова Сомова
доц. д-р Николай Маринов Касъклиев

Рецензенти:

...

Пловдив
2022

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита пред научно жури, на заседание на катедра „Компютърна информатика“ при Факултета по математика и информатика на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“, на 09.09.2022 г.

Дисертационният труд „Мобилно игрово-базирано обучение по математика за начален училищен етап“ съдържа 169 страници. Списъкът на използваната литература включва 146 източници, от които 28 на кирилица и 118 на латиница.

Списъкът на авторските публикации по темата се състои от 4 заглавия.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 21.10.2022 г. от 14:00 часа в заседателната зала на Нова сграда на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Материалите по защитата са на разположение в Деканата на Факултета по математика и информатика, Нова сграда на ПУ „Паисий Хилендарски“, каб. 330 всеки работен ден от 8:30 до 17:00 часа.

Автор: Маргарита Василева Гочева

Заглавие: Мобилно игрово-базирано обучение по математика за начален училищен етап

MOBILE GAME-BASED MATH LEARNING FOR PRIMARY SCHOOL

Margarita Vasileva Gocheva

The games play a fundamental and leading role in the growth of the child as a person, along with upbringing, living environment, education, and communication. Play and learning are inextricably linked in the period of a child's growth and maturation. The playful approach is fundamental in teaching preschool and primary school children.

Modern children of the so-called. Generation Z is open to the world and is quickly getting used to changes in information and communication technologies (ICT). The modern generation of children has a different approach to learning - they are active, searching, and demanding. Students want fast, attractive, high-quality, and effective learning through the latest technology and tools.

Mobile devices have now reached such widespread adoption that smartphones and tablets are overtaking traditional desktop computer systems in popularity and application. The use of mobile devices and technology in the learning process is an innovative form of learning.

The main goal of this dissertation is to implement mobile game-based learning to support mathematics education in primary school.

We hypothesize that such education would be more motivating than the traditional one and would be appropriate to use for self-study outside the classroom as well as a supplemental learning activity in the classroom.

The problem of the dissertation research consists in improving the preparation of primary school students with modern tools of m-learning. Motivating students is the main goal of any educator and mobile game-assisted learning is an effective method, especially in our modern society. The subject of the study is mobile educational games for the primary school stage and their integration with appropriate learning material. The main focuses of the dissertation are the implementation of adaptive approaches to learning and assessment, and the use of appropriate play elements in the design and context to enhance interest and motivation for learning and to achieve pedagogical goals in primary mathematics education.

To achieve the main purpose, the following tasks are set:

1. Exploring theories, models, methodologies, systems, and technologies related to the use of mobile game-based learning with primary school students;
2. Designing a model of a mobile educational game suitable for primary school children;
3. Development of a prototype mobile educational game based on the proposed model;
4. Conduct experiments with primary school students to use the developed game and analyze the results of the experiment.

СЪДЪРЖАНИЕ

Увод	5
Глава 1. Обзор и състояние на изследванията.....	7
1.1. Играта. Играта в обучението	7
1.1.1. Дефиниции и същност на играта.....	7
1.1.2. Дидактически игри	7
1.1.3. Сериозни игри.....	8
1.1.4. Игрови елементи и техники.....	8
1.1.5. Поведение на детето по време на игра	8
1.2. Съвременни иновативни подходи за обучение	9
1.2.1. Игрово-базирано обучение	9
1.2.2. Адаптивно обучение.....	9
1.2.3. Микро обучение.....	10
1.2.4. Обърната класна стая	10
1.2.4. Преподаване точно навреме	11
1.2.5. Смесено обучение.....	11
1.2.6. Повсеместно обучение	11
1.3. Енергийна ефективност на мобилните приложения	11
1.4. Изводи към Глава 1	11
Глава 2. Модел на мобилна образователна игра за деца в начален училищен етап.....	11
2.1. Модел на мобилно игрово-базирано обучение.....	11
2.1.1. Класификация на игровите задачи.....	12
2.1.2. Прилагане на игрови елементи и техники	13
2.1.3. Прилагане на адаптивност	15
2.1.4. Прилагане на микро обучение.....	15
2.2. Дидактически модел.....	16
2.3. Поведенчески модел.....	16
2.4. Функционален модел.....	16
2.4.1. Функционалност на потребителите	16
2.4.2. Синхронизация на данните	17
2.5. Изисквания към прототипа	17
2.6. Изводи към Глава 2	17
Глава 3. Програмна реализация на прототип на мобилна образователна игра	18
3.1. Методология за създаване на прототипа.....	18
3.2. Проучване и анализ. Избор на технически инструменти и средства	18
3.3. Проектиране на прототипа	19
3.3.1. Сюжет на мобилната игра.....	19
3.3.2. Проектиране на дизайна на мобилната игра.....	19
3.3.3. Архитектура на системата	19
3.4. Разработка на прототипа	19
3.4.1. Модул “Игрова среда”.....	19
3.4.2. Модул “Синхронизация”	23
3.4.3. Модул ”Справки”.....	23
3.5. Тестване на прототипа	24
3.6. Внедряване и поддръжка на системата	24
3.7. Изводи към Глава 3	25
Глава 4. Експеримент - тестване на играта „Забавна математика“	25
4.1. Постановка на експеримента.....	25
4.2. Методология на експеримента	26
4.3. Анализ на резултатите от експеримента	26

4.3.1. Резултати от анкетата, проведена с ученици	26
4.3.2. Резултати от анкетата, проведена с преподаватели	27
4.4. Изводи към Глава 4.	29
Заклучение	29
Приноси на дисертационния труд.....	29
Перспективи за развитие.....	30
Апробация	30
Публикации по темата на дисертационния труд	30
Списък на забелязани цитирания.....	31
Списък на използваната литература.....	31

Списък с използвани съкращения

ИКТ	-	Информационни и комуникационни технологии
ОБИ	-	Обучение, базирано на игри
ДОБИ	-	Дигитално обучение, базирано на игри
СЕО	-	Среда за електронно обучение
ДОИ	-	Държавни образователни изисквания
АЕО	-	Адаптивно електронно обучение
АСЕО	-	Адаптивна система за електронно обучение
БД	-	База данни
UI	-	User Interface
XML	-	Extensible Markup Language
UML	-	Unified Modeling Language
MLG	-	Mobile Learning Games
PHP	-	Hypertext Preprocessor
URL	-	Uniform Resource Locator
HTML	-	Hypertext Markup Language
REST	-	Representational state transfer
API	-	Application Program Interface

Увод

Играта заема основна и водеща роля в израстването на детето като личност, заедно с възпитанието, средата на живот, образованието и общуването. Играта и ученето са неразривно свързани в периода на израстване и съзряване на детето. Игровият подход е базов в методиката на обучение на деца от предучилищна възраст и в начален етап.

Съвременните деца от т. нар. Поколение Z (Generation Z) са отворени към света и бързо привикват към промените в информационните и комуникационните технологии (ИКТ). Те имат различен подход към обучението – те са активни, търсещи и възискателни. Учениците искат бързо, атрактивно, качествено и ефективно обучение чрез най-новите технологии и инструменти.

Мобилните устройства вече са достигнали такова широко разпространение, че смартфоните и таблетите изпреварват по популярност и приложение традиционните десктоп компютърни системи. В същото време в обучението, също протичат процеси, които следват тенденциите на развитие на ИКТ и които налагат наред с традиционните форми на обучение прилагането все по-често и на иновативни такива [Касъклиев'2018]. Една от тези иновативни форми е използването на мобилни устройства и технологии в процеса на обучение.

Цел и задачи

Основната цел на настоящия дисертационен труд е да се реализира мобилно игрово-базирано обучение, подпомагащо обучението по математика в начален училищен етап.

Хипотеза на изследването е, че такова обучение би било по-мотивиращо от традиционното обучение и би било подходящо да се използва за самообучение извън класната стая, както и като допълнителна учебна активност в класната стая.

Проблемът на дисертационното изследване се състои в усъвършенстване на подготовката на ученици от началното училище със съвременни инструменти на м-обучение. Мотивирането на учениците е основна цел на всеки обучаващ, а обучение подпомогнато от мобилна игра е ефективен метод особено в нашето съвремие. Предмет на изследването са мобилните образователни игри за начален училищен етап и интегрирането им с подходящ учебен материал. Основни акценти на дисертацията са: внедряване на адаптивни подходи в обучението и оценяването, както и използването на подходящи игрови елементи в създаването на дизайна и контекста, които да засилят интереса и мотивацията към ученето и да постигнат педагогическите цели в обучението по математика в начален етап.

За постигането на основната цел се поставят следните задачи:

1. Проучване на теории, модели, методики, системи и технологии свързани с използване на мобилно игрово-базирано обучение при ученици в начален училищен етап;
2. Проектиране на модел на мобилна образователна игра, подходяща за деца в начален училищен етап;
3. Разработване на прототип на мобилна образователна игра на базата на предлагания модел;
4. Провеждане на експерименти с ученици от начален училищен етап за използване на разработената игра и анализ на резултатите от експеримента.

Структура на дисертацията

Дисертационният труд се състои от Списък на използваните съкращения, Списък на фигурите, Списък на таблиците, Увод, 4 (четири) глави, Заключение, Приложения, Списък на авторските публикации по темата, Списък на забелязани цитирания, Списък на използваната литература и Декларация за оригиналност.

В Глава 1. Обзор и състояния на изследванията са разгледани понятията игра, дидактическа игра и сериозна игра. Направено е проучване на видовете сериозни игри - игрово-базирано обучение, игровизация и др. Описани са игровите елементи и техники, които се прилагат в игрите, тяхната връзка с видовете играчи и тяхната възможна употреба в учебния процес. Разгледани са съвременните иновативни подходи в обучението – игрово-базирано обучение (вкл. в е-обучение и м-обучение), адаптивно обучение (вкл. системи за адаптивно обучение и адаптивно тестване), микро обучение, обучение чрез “обърната класна стая”, преподаване точно навреме, смесено обучение и повсеместно обучение. Направен е обзор на съществуващите мобилни образователни игри по математика за начален етап. Направени са проучвания в областта на енергийната ефективност на мобилните приложения.

В Глава 2. Модел на мобилна образователна игра за деца в начален училищен етап, е създаден общ модел на мобилно игрово-базирано обучение, подходящ за деца от начален училищен етап. Направена е класификация на игровите задачи, подходяща за мобилна реализация и за съответната възрастовата група обучаеми. Предложен е модел на играча (обучаем) на основата на следните подходи: игрово-базирано обучение, адаптивност и микро обучение. Подбрани са подходящи игрови елементи и техники, които да се използват в модела. Предложени са дидактически, поведенчески и функционални модели, които могат да бъдат използвани както за създаване на самостоятелно игрово приложение, така и за платформа за мобилни игри. Посочени са

функционалните, нефункционалните и педагогическите изисквания, на които трябва да отговаря прототипа.

В Глава 3. Програмна реализация на мобилните образователни игри е представен процеса на разработката на софтуерния прототип на мобилната образователна игра по математика за деца от начален етап, според модела представен в Глава 2. Представена е обща архитектура на система за мобилно игрово-базирано обучение на базата на модули: “Игрова среда”, “Синхронизация” и “Справки”. Добавени са описания на файловата структура, класовете и методите, използвани при реализацията на модулите. Предложен е дизайн на мобилната игра, на базата на шаблони. Използвани са редица софтуерни инструменти за реализация на мобилното приложение. Представена е общата схема на локалната база данни SQLite. Подробно е описана цялата функционалност на играта и синхронизацията на данните при мултиплейър игра. За синхронизацията на данните се използва уеб сървър и сървърна база данни. Реализирано е уеб приложение, което дава възможност на преподавателя да получи цялата информация от играта чрез различни справки.

В Глава 4. Експеримент. Тестване на мобилната образователна игра „Забавна математика“ е представен експеримент за прилагане на мобилно игрово-базирано обучение на ученици от 3 клас от началното училище в реална учебна среда. Тествани са всички заложили функционални характеристики на разработената игра. Направено е и анкетно проучване с учениците и преподавателите, участници в експеримента, което изследва отношението към използване на мобилното игрово-базирано обучение по математика в посока: практическа приложимост, мотивация, дизайн, достъпност, подкрепа и обратна връзка. Експериментът е описан чрез постановка, методология и анализ на резултатите от експеримента и получените резултати от анкетите.

В Заключение са обобщени и систематизирани получените резултати по Задачи 1. – 4., като са посочени основните научни, научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд. Формулирани са перспективи за бъдещо развитие на дисертационната тематика.

Благодарности

Издавам своите най-искрени благодарности на моите научни ръководители – проф. д-р Елена Сомова и доц. д-р Николай Касъклиев за придобитите знания и умения, проявената отзивчивост и оказаната всеотдайна подкрепа по време на целия период на обучение и работа върху дисертационния труд.

Глава 1. Обзор и състояние на изследванията

1.1. Играта. Играта в обучението

1.1.1. Дефиниции и същност на играта

Играта е физическа или интелектуална форма на организирана по някакви правила социална или индивидуална дейност. **Игровата дейност** възпитава стремеж към самоутвърждаване и самоусъвършенстване, който е от решаващо значение за развитието на личността заедно със средата на живот, възпитанието, общуването и образованието.

1.1.2. Дидактически игри

Играта и ученето са неразривно свързани в периода на израстване и съзряване на детето. Игровият подход е основен – базов в методиката на обучение на деца от предучилищна възраст и в начален етап. **Дидактически игри** - специална подгрупа от детските игри, която носи още названието **учебни игри**. В книгата [Пидкасисткий'1996]

предлагат следните категории на дидактическите игри: **ситуационни игри (проблемни игри), съревнователни, имитационни и ролеви.**

1.1.3. Сериозни игри

Сериозните игри (serious games) са игри, които се използват за обучение, като обучителен подход в различни образователни степени, институции и организации (не само в сферата на образованието). Според [Gachkova'2016] те биват следните видове: игрово-базирано обучение, игровизация, обучение на динамиката в организациите, симулационни игри и образователно-развлекателни игри.

Игрово-базирано обучение

Игрите се интегрират в обучението под формата на иновативна образователна парадигма – **обучение, базирано на игри (ОБИ)** (game-based learning-GBL), още наричано **игрово-базирано обучение** и **дигитално обучение, базирано на игри (ДОБИ)** (digital game-based learning-DGBL), при което игрите се използват като среда за преподаване на учебно съдържание, както и за изпитване и оценяване [Терзиева'2017]. Изтъкнати са множество преимущества на обучението, базирано на игри спрямо традиционното обучение: развива стратегическо мислене; развива чувство на увереност в собствените възможности; взимане на бързо решение в критична ситуация; развива креативното мислене; развиването на способността за концентрация задържането на внимание; усъвършенстване на уменията за запаметяване на информация; развиване на социални умения и др.

Игровизация

Игровизацията (gamification) е интеграция на игрови елементи и игрово мислене в дейности, които не са игри [Kiryakova'2014]. Игровизацията съдържа елементите на дидактическите игри, като: правила, цел и задачи, резултати и обратна връзка, предизвикателство, противопоставяне, конкуренция и взаимодействие.

1.1.4. Игрови елементи и техники

[Deterding'2011] дава следното определение на игровите елементи: елементи, които се срещат в повечето игри, свързани са с игрите и играят значителна роля в тях. Също така доуточнява, че не всеки елемент ще работи по един и същи начин, ако се прилага в различни контексти.

Авторите на [Somova'2021] представят подробни списъци на игровите елементи и игровите техники използвани в игровизацията на е-обучението, които са типични за настолните и електронните игри. Описани са следните игрови елементи: Аватар, Ниво, Бонус, Значка, Комбо, Награда, Класация, Екип, Ресурси, Време, Напредък и Статус. За игровите техники се прилагат: Правила на игра, Времеви ограничения, Комуникация, Обратна връзка, Мисия, Скрити съкровища, Система за награди и История. [Bartle'1996] определя **четири типа играчи** на видео игри, които се разпределят според това какво най-много мотивира участниците в игрите: Убийци, Завоеватели, Изследователи и Социализатори.

1.1.5. Поведение на детето по време на игра

Съществуват редица проучвания, изследващи поведението и емоциите на детето по време на игра, основно насочени към компютърните игри. Изтъкват се част от уменията, които компютърните игри биха могли да развият, а именно решаване на проблеми, логическо мислене, бърз анализ, вземане на решения и запаметяване. Авторите на [Bringula'2014] твърдят, че участниците в една компютърна игра изпитват смесени емоции, които могат да бъдат, както позитивни, така и негативни.

[Larche'2020] разглеждат баланса между умение и предизвикателство, в потока (протичането) на мобилната игра, както и емоциите, които съпътстват потока (напр. скука, разочарование и възбуда).

1.2. Съвременни иновативни подходи за обучение

1.2.1. Игрово-базирано обучение

Съвременното обучение следва тенденциите в развитието на ИКТ, в допълнение към традиционните форми на обучение и иновативните форми като мобилно обучение.

Електронното обучение (е-обучение) е обучение, при което за провеждане и/или управление се използват ИКТ и Интернет. В настоящия дисертационен труд се използва следната дефиниция: е-обучението е обучение, базирано на информационен процес с използване на ИКТ [Тотков'2014].

Система за електронно обучение (СЕО) е – електронна среда, която осигурява управлението на процеса на обучение. Тези системи са познати под различни имена в зависимост от предназначението им:

- Системи за управление на курсове (Course Management Systems);
- Системи за управление на обучението (Learning Management Systems - LMSs);
- Системи за подпомагане на курсовете (Course Supportive Systems);
- Системи за управление на съдържанието (Learning Content Manager).

Няма точна дефиниция на понятието **мобилно обучение (м-обучение)**. [Mirski'2004] определя м-обучението като нововъзникваща форма на дистанционно обучение, която предлага както на учителите, така и на обучаемите възможност да си взаимодействат с учебния материал с помощта на безжично устройство. Според [Касъкчиев'2015] мобилното обучение е форма на електронно обучение на базата на преносими устройства, която дава редица предимства като достъпност, наличност, персонализация, сътрудничество и други.

При м-обучението учащият играе активна роля в образователния процес. Той може да управлява учебното съдържание според състоянието на средата и мобилното устройство. Характерна особеност е, че учащият може да създаде собствен модел на учене, като сам определя времето, мястото на учене и каква информация му е нужна.

Обучение чрез **мобилни образователни игри (Mobile Learning Games - MLG)** е една от най-бързо развиващите се тенденции сред интерактивните методи за обучение. Те предоставят много възможности за екипно или самостоятелно, формално или неформално учене. Комбинирането на м-обучение и мобилни игри, предоставя на потребителя ново преживяване като никое друго [Diaha'2010].

М-обучението може да бъде много ефективно при изучаването на математика. Мобилни образователни инструменти по математика могат да подпомагат решаването на задачи от учениците, да подобрят разбирането на математическите понятия, да осигурят динамично представяне на идеи и да насърчават общите метакогнитивни способности [Pierce'2007].

1.2.2. Адаптивно обучение

Адаптивното обучение е образователен подход, при който се предоставят учебни ресурси и дейности, приспособени към конкретните нуждите на конкретния обучаемия, което подпомага по-доброто усвояване на знания. Целта е да се открият специфичните потребности на даден обучаем и да се приложи подходяща педагогическа стратегия за подобряване на учебния процес.

Адаптивното електронно обучение (АЕО) е съвременен образователен подход, който осигурява електронна среда за обучение, подходяща за нуждите на всеки конкретен обучаем. Според [Burgos'2006] АЕО е подход за създаване на образователен опит за обучаемите и преподавателите, основан на периодично конфигуриране на множество от елементи по специфичен начин, подпомагащ по-доброто усвояване на учебния материал.

Адаптивната софтуерна система за обучение цели адаптиране на някои от ключовите си функционалности към нуждите и предпочитанията на обучаемите.

Адаптивните инструменти, вградени в софтуерните системи за е-обучение, са основните средства за постигане на ефективен резултат от предлаганото обучение, чрез гарантиране в максимална степен усвояването на необходимите знания от обучаемите.

Най-често в литературата се посочват три основни типа адаптивност на системите за електронно обучение [Velsen'2008]:

- Адаптиране на потребителския интерфейс (interface-based);
- Адаптиране на процеса на обучение (learning flow-based);
- Адаптиране на учебното съдържание (content-based).

Видове адаптивни системи за електронно обучение

Съгласно [Stoyanov'04] една **адаптивна система за електронно обучение (АСЕО)** е интерактивна система, която персонализира и адаптира учебно съдържание, педагогически модели и взаимодействия между участниците в нея, с цел да удовлетвори нуждите и предпочитанията на потребителите, ако и когато те се появят.

Адаптивни тестове

Адаптивното оценяване е модел за оценяване на обучаемите в системите за адаптивно обучение, при който на обучаване се предлагат подходящи тестови задачи, които отговарят на неговата подготовка.

С адаптивното оценяване е свързано и създаването на **компютърни адаптивни тестове (КАТ)** (Computerized Adaptive Tests) или адаптивните електронни тестове, които се адаптират уникално към всеки изпитван по отношение на трудност и/или брой тестови единици.

Компютърното адаптивно многостепенно тестване (КАМТ) (Computer Adaptive Multistage Testing) използва някои специални термини, които не се използват в други подходи за тестване, като модул, етап, панел, маршрутизации и път.

Мобилното адаптивно тестване (МАТ) (Mobile Adaptive Test (MAT) превъзхожда компютърното адаптивно тестване (КАТ) с по-голяма си гъвкавост по отношение на мобилността на потребителите. Методологията на МАТ помага на учителя да променя съдържанието на тестовете и да фокусира вниманието си върху нивото на справяне на отделните обучаеми в една интерактивна тестова среда.

1.2.3. Микро обучение

Микро обучението (**micro learning**) се превръща в много популярна тенденция в обучението. Това обучение се реализира на базата на много кратки уроци с продължителност не повече от 5 минути [Janke'2020]. Микро урокът (**micro lesson**) е кратък урок с тесен фокус, който предоставя инструкции и обяснения, които учениците след това ще свържат с урок, който ще последва.

1.2.4. Обърнатата класна стая

Обърнатата класна стая (Flipped Classroom) е съвременен педагогически метод, при който типичният урок в клас и домашната работа сменят своите места. Понятието “обърнатата класна стая” е широко използвано за описание на класно-урочна система, при

която уроците за нови знания се подготвят от учениците самостоятелно вкъщи, а по време на училищните занимания се дискутира учебното съдържание, задават се въпроси и се правят упражнения.

1.2.4. Преподаване точно навреме

Преподаването точно навреме (JiTT - Just in Time Teaching) и обрънатата класна стая са два съвременни метода на обучение, които целят да насърчат взаимодействието и творчеството сред обучаемите. Тези два метода свеждат до минимум зависимостта от обучението лице в лице и правят времето, прекарано в клас по-креативно и ефективно [Akhter'2015].

1.2.5. Смесено обучение

Смесеното обучение (**blended learning**) набира особена популярност и подходяща възможност за прилагане в последно време. [Krasnova'2015] дефинира смесеното обучение като метод на преподаване, който съчетава най-ефективните техники за преподаване лице в лице и онлайн интерактивно сътрудничество, които съставляват система, която функционира в постоянна корелация и образува едно цяло.

1.2.6. Повсеместно обучение

Повсеместното обучение (Ubiquitous learning (U-learning)) е модел на обучение чрез взаимодействие между човека и компютъра, при който компютърните процеси са изцяло интегрирани с ежедневните дейности на човека.

1.3. Енергийна ефективност на мобилните приложения

Различни компоненти консумират различни количества енергия в мобилните устройства - традиционни компоненти като централен процесор (CPU), светодиоди (LED) и операционна система (OS). Новите компоненти, вградени в смартфона, като GPS, 3G/4G/5G и Wi-Fi технологии, които са интегрирани в смартфоните и консумират значително количество енергия. [Pereira'2021] представя техники и инструменти за анализ на енергийната ефективност на 27 програмни езика. [Rua'2019] твърдят, че съществуването на голям набор от отворен код и изпълними приложения за Андроид представлява огромна възможност за зелени софтуерни изследвания.

1.4. Изводи към Глава 1

На базата на проведеното проучване е установената необходимост от реализация на мобилно игрово приложение за начален училищен етап, допълващо обучението по Математика.

Глава 2. Модел на мобилна образователна игра за деца в начален училищен етап

2.1. Модел на мобилно игрово-базирано обучение

За да се осъществи основната цел на дисертационния труд трябва да се избере подходящ педагогически **модел** и да се подберат методическите **подходи**;

Като резултат от дисертационната работа трябва да се реализира **мобилно игрово приложение за обучение по математика**, което да се прилага за ученици в **3 клас**. Предлага се цикличен учебен модел (Фигура 1.), съдържащ следните стъпки, които са свързани:

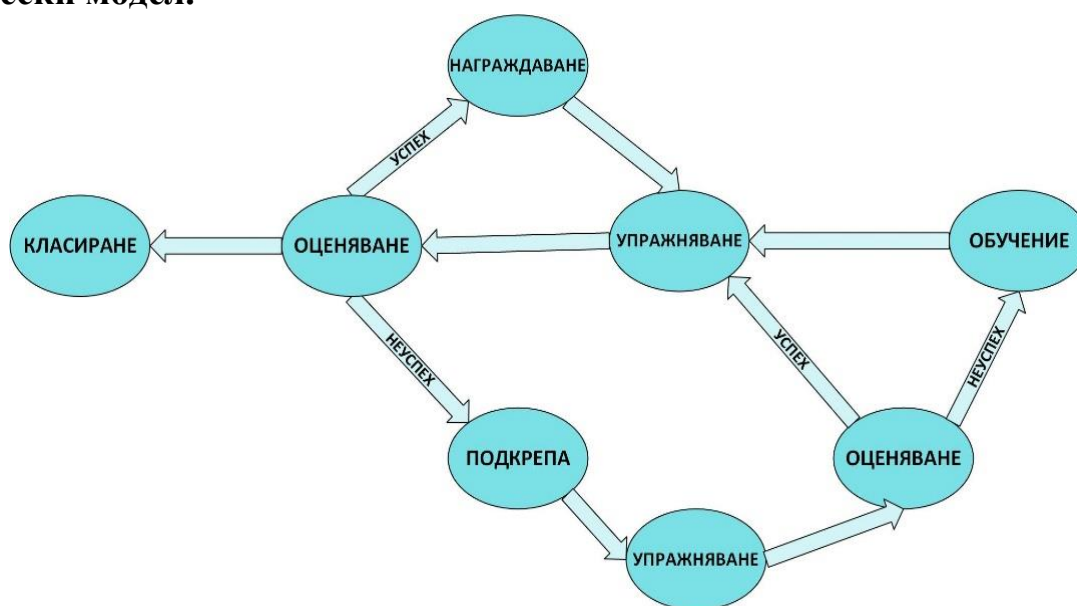
- **Упражняване** - обучаемите решават задачи, представени като игри;
- **Оценяване** - решените задачи се оценяват автоматично;
- **Награждаване** - на база на оценяването се получават “бонуси” от играта;
- **Подкрепа** - обучаемите получават подкрепа при първо неуспешно решаване на даден тип задача;

- **Обучение** - обучаемите получават обучение чрез микро уроци при повторно неуспешно решаване на даден тип задача;
- **Класиране** - обучаемите се класират след приключване на играта, на базата на получените резултати, спрямо останалите участници в играта.

Подходите, които са избрани да се приложат при реализирането на мобилното обучение за начален етап са:

- **игрово-базирано обучение** - ще използва мотивиращата сила на игрите ;
- **адаптивно обучение** -ще въздейства на учебния процес при успех и неуспех;
- **обучение чрез микро-уроци** - ще предостави допълнителни учебни ресурси;
- **активно обучение чрез мониторинг на поведението** - което ще наблюдава поведението на обучаемите и ще реагира по подходящия начин на тяхната активност.

Моделът на обучавания може да бъде формиран на базата на три подмодела: **учебен модел** (учебни постижения), **игрови модел** (постигания в играта) и **поведенчески модел**.



Фигура 1. Модел на учебен цикъл

Формален модел на мобилното игрово-базирано обучение е тройката $(G, S(d,t), A(d, t))$, където G е множеството от учебните цели, S - множеството от учебните ресурси и A - множеството от учебните дейности, които зависят от d - нивото на трудност, t - времето за осъществяване на обучението със съответния елемент.

2.1.1. Класификация на игровите задачи

Предложена е класификация на видовете игрови задачи (игри), подходящи за реализация като мобилни игрови приложения, подпомагащи обучението по математика в началното училище. Таблица 1. е реализирана на базата на класификация, предложена от [Sokolova'2005]. Класификацията съдържа 13 типа игрови задачи, които са подходящи за мобилна реализация, разделени в 8 категории.

Таблица 1. Видове игрови задачи (по математика)

Вид тестови въпрос/ задача	Игрови вид
1. Множествен избор	1.1. Множествен избор от изображения (текстове)
	1.2. Избор на част от изображение
2. Алтернативен отговор	2.1. Алтернативен отговор
3. Множествен отговор	3.1. Множествен отговор от изображения (текстове)

	3.2. Избор на части от изображение
4. Подреждане на обекти	4.1. Установяване на ред между изображения (текстове)
5. Установяване на съответствие	5.1. Установяване на съответствие (1:1) между два типа обекти
	5.2. Установяване на съответствие (1 към много) между два типа обекти
6. Попълване на полета с множествен избор	6.1. Попълване на полета чрез множествен избор без повторение
	6.2. Попълване на полета чрез множествен избор с повторение
7. Попълване на полета в шаблон на отговора	7.1. Свободен кратък отговор
	7.2. Свободно попълване на шаблон на отговора
8. Свободен отговор	8.1. Свободен отговор
9. Смесен отговор	Неподходящи за възрастовата група

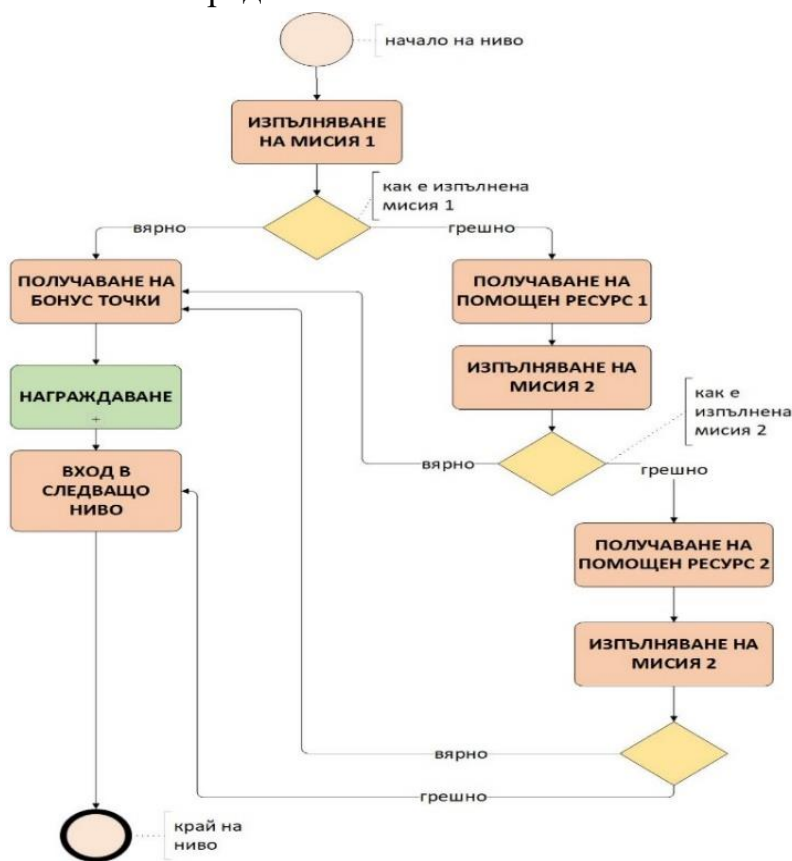
2.1.2. Прилагане на игрови елементи и техники

Игровите елементи и техники предизвикват положителни емоции, докато играчите се забавляват (Таблица 2.). Тези емоции стимулират стремежа за постигане на по-добри резултати.

Таблица 2. Игрови елементи и техники, използвани в подхода на обучение

Игрови елементи	Игрови техники	Преживяване/ Емоция преди	Преживяване/ Емоция след
Аватар	промяна на самоличността	предизвикателство, желание за самоусъвършенстване	удоволствие, вълнение
Бонус	система за възнаграждение	целенасоченост	щастие, удоволствие
Значка	система за възнаграждение	целенасоченост	удовлетворение, гордост, удоволствие
Класация	система за възнаграждение	стремеж към победа, конкурентност	гордост, удовлетворение
Комбинация	система за възнаграждение	целенасоченост	удовлетворение, ентусиазъм
Награда	система за възнаграждение	колекционерски дух	радост
Ресурс	система за възнаграждение	завоевателен дух	радост
Напредък	проследяване на напредъка	целенасоченост	гордост, удовлетворение
Статус	проследяване на текущото състояние	увереност	удовлетворение
Ниво	проследяване на напредъка	стремеж към победа	удовлетворение
Отбор	работа в екип	отговорност, чувство за полезност	сътрудничество, удовлетворение
Време	времеви лимит	състезателен дух	удовлетворение
–	правила на играта	увереност	увереност
Ресурс, съобщение	обратна връзка	нужда от уверение, несигурност	увереност
Съобщение	комуникация	комуникативност	социално удовлетворен
Различни елементи	предизвикателство/ мисия/ приключение	завоевателен дух,	адреналин, удовлетворение
Ресурс, Комбинация	скрито съкровище	приключенски дух	удовлетворение
–	история / сюжет	откривателски дух, любопитство	удоволствие

В играта обучаемите ще участват с аватар, вместо с тяхната реална самоличност. Играта съдържа няколко **нива** от различни типове игрови шаблони, които са подходящи за съответната математическа тема. Реализира се адаптивна методика в зависимост от правилността на отговора, трудността на математическата задача и времето за нейното решаване. Учениците получават **произволно генерирани математически задачи (мисии)**, които са с различна степен на трудност, в зависимост от предходната мисия (Фигура 2.). За успешно реализирани мисии (при верни отговори) учениците получават **бонуси** - точки (или виртуални обекти), които да събират. За всяка успешна мисия (решена задача) играчите получават точки, които са равни на текущата трудност. При реализацията на методиката като бонуси са използвани монети. Получаваните монети са различно количество за всяко ниво на трудност на мисиите и съвпадат по брой с трудността на задачите в мисиите: 3 монети - за високо ниво, 2 - за средно, 1 - за ниско и 0 - при неуспех. Трудността на задачата зависи от времето за решаване на предходната задача. При събиране на определено количество бонуси, обучаемите получават **награди** - виртуални предмети или ресурси. При реализацията на методиката за всеки 6 монети учениците получават като награда – 1 златно кюлче.



Фигура 2. Модел на игрово ниво

За постигнати добри резултати обучаемите получават **комбо**, което да използват като предимство пред останалите играчи. При реализацията, при правилни отговори, които са дадени за по-кратко време от заложеното целево време, учениците спестяват неизползваното време, което могат да използват по-късно (като комбо).

При грешни отговори учениците получават помощни **ресурси**: подсказка как да решат задачата (при първия неуспех), видео пример като микро-урок (при втория провал на същото игрово ниво) и правилния отговор на сгрешена задача (при третия последователен неуспех).

Целта на играта е да се съберат максимален брой виртуални обекти (монети и златни кюлчета) за максимално кратко време (т.е. за минимално време да се решат вярно предлаганите игрови задачи).

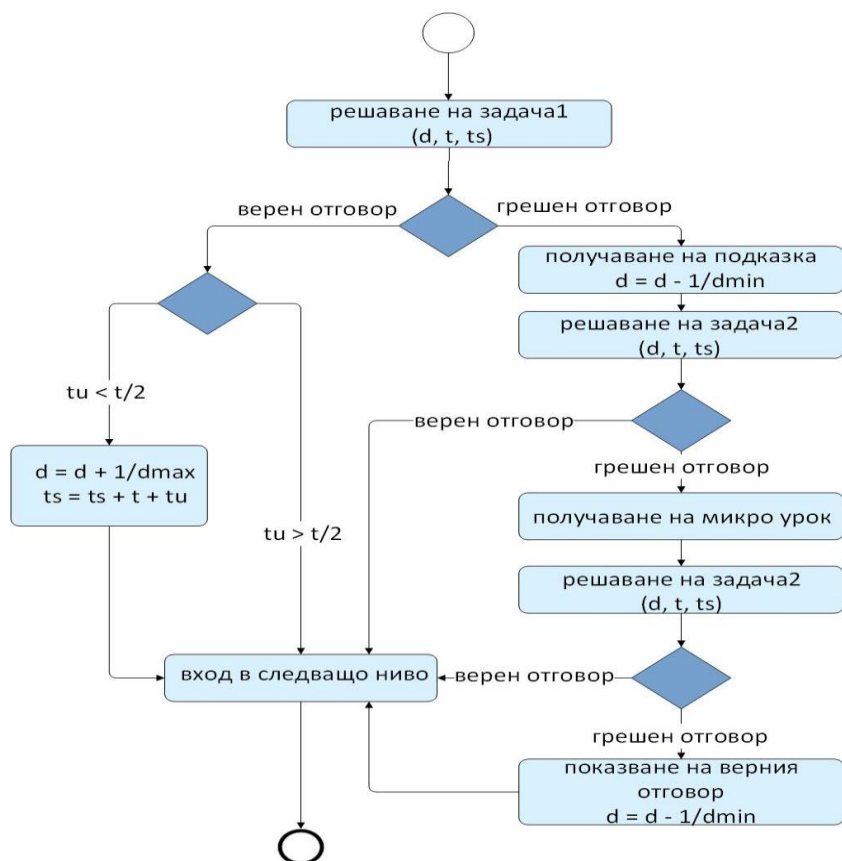
След приключване на играта, резултатите на участниците се показват в **класация**, по брой спечелени монети и по време, в случай на равен брой монети. Всеки обучаем може да види позицията си спрямо останалите играчи и което може да го подтикне на изиграе играта още веднъж, за да се придвижи в по-челна позиция.

Също така, в края на играта, при успешно завършване, учениците могат да получат **значка** в зависимост от постигнатия резултат.

2.1.3. Прилагане на адаптивност

За целите на дисертационното изследване се използват **адаптивност на учебното съдържание и адаптивност на учебния процес**. Адаптивността е насочена, както при неуспех на обучаемия - дава необходимата помощ за преодоляване на пропуските в знанията и уменията на обучаемия, така и при успех - предлага мотивиращи механизми за стремеж към още по-големи успехи.

Адаптивността, която се предлага е на базата на различни **типове задачи, разположени в игрови нива, трудността на задачите, успеха/неуспеха на обучаемия и времето за решаване на игровите задачи.**



Фигура 3. Методика на адаптивен учебен процес

Методиката на адаптивния подход е представена с помощта на **UML диаграма от тип activity** на Фигура 3., където са използвани следните означения: **d** - трудност; **dmax** - максимална трудност; **dmin** - минимална трудност; **t** - целево време; **tu** - използвано време; **ts** - спестено време.

2.1.4. Прилагане на микро обучение

В работата се предлага подход за обучение на базата на микро обучение. В предложения модел на мобилна игра са използват **кратки текстови подсказки** как да се

реши задачата (при първия неуспех), при втория неуспех на същото ниво на играта - видео пример (**микро урок**), а при третия неуспех - правилен отговор на сгрешената математическа задача.

2.2. Дидактически модел

Учебният процес представлява единство на своите компоненти, които са тясно взаимосвързани. Ключовият компонент на учебния процес е **учебните цели**, която трябва да бъде постигната и която трябва да доведе до желаните **учебни резултати**. Учебните цели се постигат чрез използване на **учебно съдържание** (учебни ресурси и дейности от различен вид), в което са интегрирани различни **методи, средства и форми** на обучение и преподаване.

Понятието **модел на обучение** може да бъде определено като цялост, чието функциониране осигурява усвояването на конкретно учебно съдържание, състояща се от компонентите - цели, методи, средства, форми, резултати, чрез приложени педагогически принципи и правила.

Предложеният модел на мобилно игрово обучение се базира на по-голямата част от изброените дидактически принципи.

2.3. Поведенчески модел

За да анализираме емоциите и поведението на детето по време или след приключване на обучителна игра са необходими данни. За целта могат да се приложат два подхода в събирането на тези данни - чрез самоотчитане на данните или чрез автоматично събиране на данните. В настоящата работа е избран да се използва вторият подход - отчитат и се събират данни по време на обучението, което се реализира автоматично с подходящ софтуер. Целта е да се съберат данни от действията и/или взаимодействието на обучаемия с околната среда, въз основа на които могат да се направят различни изводи свързани с емоционалното състояние на детето, самостоятелността на работа на детето и др. Възможни данни, които могат да се съберат автоматично са например ниво на шум (в децибели) около мобилното устройство, брой резки движения на мобилното устройство, брой превключвания към други приложения и наличие на връзка към WiFi мрежа и Интернет. Различната комбинация от стойности на поведенческите характеристики могат да определят различни **профили на поведение**.

2.4. Функционален модел

Функционалното моделиране е цялостен процес на изграждане на представата за функционирането на една система. Предложеният функционален модел включва описание на проектирането и разработването на прототипа на обучителната игра. Моделът притежава функционалност, основана на дидактически методики за реализиране на прототип на мобилна образователна игра. Основната идея е прототипът да бъде използван на различни мобилни устройства, с цел обучение, упражнение, изпитване и забавление на обучаемите, в класната стая или у дома. Предложеният функционален модел е развит в две посоки - изграждане на **функционалност на потребителите и синхронизация на данните**.

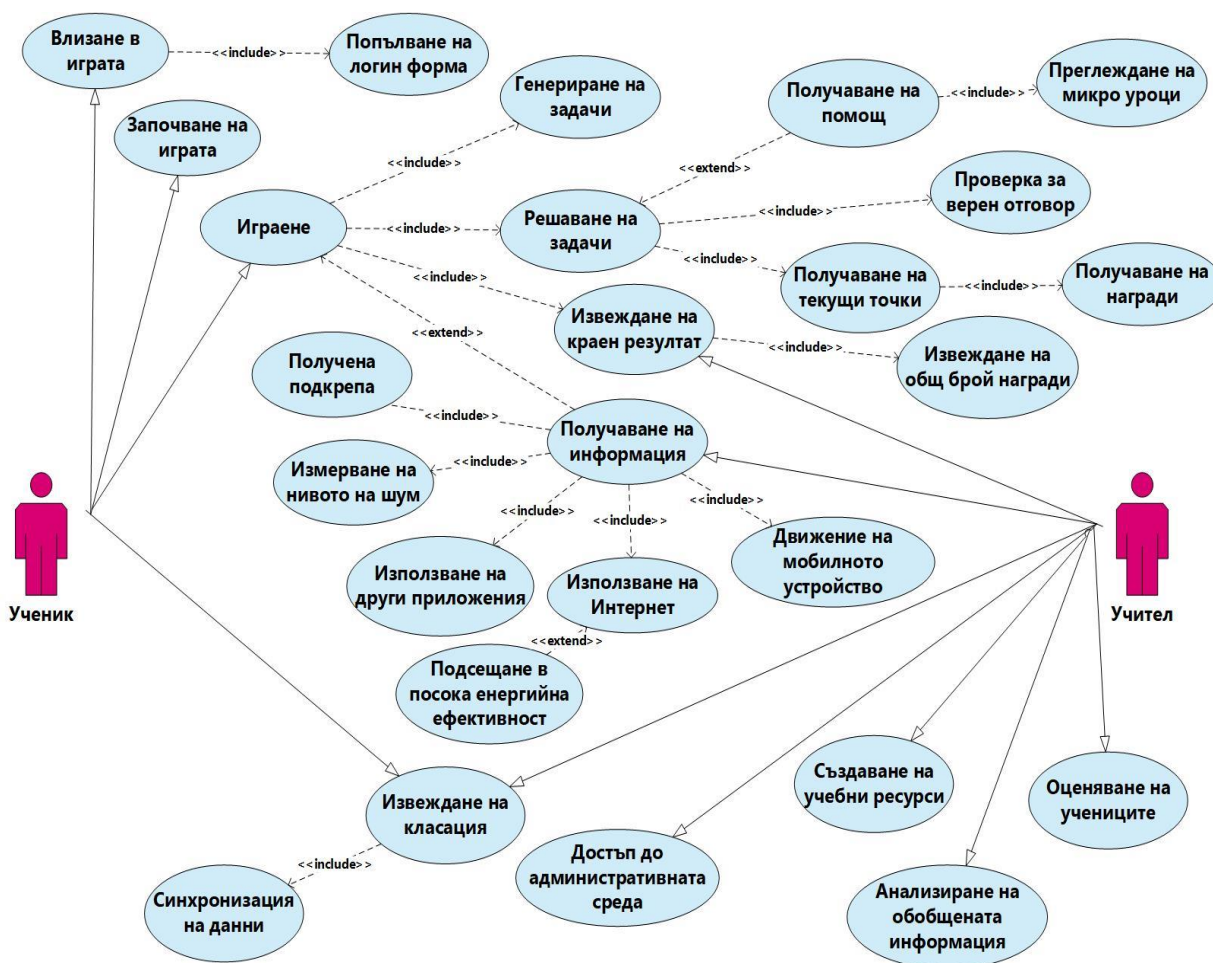
2.4.1. Функционалност на потребителите

С помощта на **UML диаграма** от тип **use case** на Фигура 4. е описана игровата среда и взаимодействията на участниците. Открояват се две **основни роли** - **на учениците** - **играчи и преподавателят**:

- ❖ **Ученик (обучаван)** - основен участник в игровата среда. Той е потребител, който се вписва в играта с избран аватар. Основната му роля е да премине през всички

нива на играта, да научи нещо ново или да упражни вече изучени задачи по един забавен начин докато играе.

- ❖ **Учител (преподавател)** - потребител, който е оторизиран от администратора на системата и е получил права за достъп до административната среда на платформата.



Фигура 4. Игрова среда и роли

2.4.2. Синхронизация на данните

Синхронизацията на данни е информационен процес, който представлява хармонизиране на информацията на всички устройства. В предложения модел, всеки играч, който завърши играта си, участва в класация. Класацията може да бъде локална - само за играчите, които са ползвали конкретното мобилно устройство и глобална за всички участници на неограничен брой устройства. От мобилните приложения се изпращат заявки (request) към уеб сървър. Получените заявки се обработват от уеб сървър, комуникирайки със сървърната база данни. Данните се сортират по конкретен критерии (според заявката) и се връщат като отговор (response) при поискване към мобилните устройства. Визуализира се синхронизирана класация за всички участници. В предложения модел данните от класацията се визуализират и в **уеб приложение**.

2.5. Изисквания към прототипа

На база на предложения модел са определени **педагогическите, функционалните и нефункционалните изисквания**, на които трябва да отговаря прототипа.

2.6. Изводи към Глава 2

Предложен е модел на мобилно игрово-базирано обучение по Математика за начален етап с адаптивна методика.

Глава 3. Програмна реализация на прототип на мобилна образователна игра

3.1. Методология за създаване на прототипа

За дисертацията е избран един от най-популярните и най-често прилаганите от разработчиците модели при създаване на софтуер – каскадният [SDLC], който включва:

Етап 1. Проучване и анализ. Проучване на информация и събиране на всички специфични детайли по разработката на прототипа.

Етап 2. Проектиране. Извършва се проектиране на цялостната архитектура на системата.

Етап 3. Разработка на софтуер. Този етап включва писане на кода, създаване на база данни и изграждане на потребителския интерфейс на приложението според дефинираните спецификации.

Етап 4. Тестване на софтуер. Софтуерът се тества.

Етап 5. Внедряване и поддръжка. Инсталиране на софтуера, настройка и въвеждане в готовност. Поддръжката включва регулярна актуализация на версията.

3.2. Проучване и анализ. Избор на технически инструменти и средства

Мобилни игрови приложения в обучението

На базата на проведеното проучване и на установената необходимост от такива приложения е избрана възрастовата група, за която да се създаде мобилно игрово приложение - **начален училищен етап и по конкретно 3 клас**. Мобилната образователна игра трябва да е с потенциално практическо приложение в часовете по **Математика** като допълнителен учебен ресурс или за упражнение през свободното време на учениците у дома.

Андроид е избрана като ОС за разработвания прототип на мобилната образователна игра.

Андроид приложенията обикновено се разработват на език за програмиране Java или Kotlin, използвайки Android Software Development Kit.

Избрана е **Android Studio** — интегрирана среда за разработка на Google, която дава достъп до инструменти за създаване на мобилни приложения. Използваната Версията на Android Studio е **Android Studio Bumblebee | 2021.1.1 Patch 3 for Windows 64-bit** и Java SE Development Kit 13.0.2.

За конкретната реализация, за **локално съхранение на данните**, е проучена в детайли библиотеката на БД SQLite. Андроид осигурява пълна поддръжка на **SQLite бази от данни**.

За отдалечено съхранение, включително и за синхронизация, предложеният модел използва уеб услуги. За процеса на хостване е избран **уеб сървър Apache HTTP Server**. За сървър на БД е избран MariaDB, който ще служи за **отдалечено съхранение на данни**.

За разработка на уеб приложението е използван скриптовия език за програмиране с общо предназначение **PHP (Hypertext Preprocessor) версия 7.4.29**.

За разработката на уеб приложението е използван и **HTML 5**.

За процеса на прототипиране - създаване на скици на всеки екран от играта, е избран **Microsoft Visio**, за изграждане на различни типове диаграми, схеми и др.

За обработка на изображенията е използван **Adobe Photoshop CC**.

За създаването на микро уроците, които представляват кратки видео клипове е избран инструментът **Filmora Video Editor 11** - безплатен видео редактор.

3.3. Проектиране на прототипа

3.3.1. Сюжет на мобилната игра

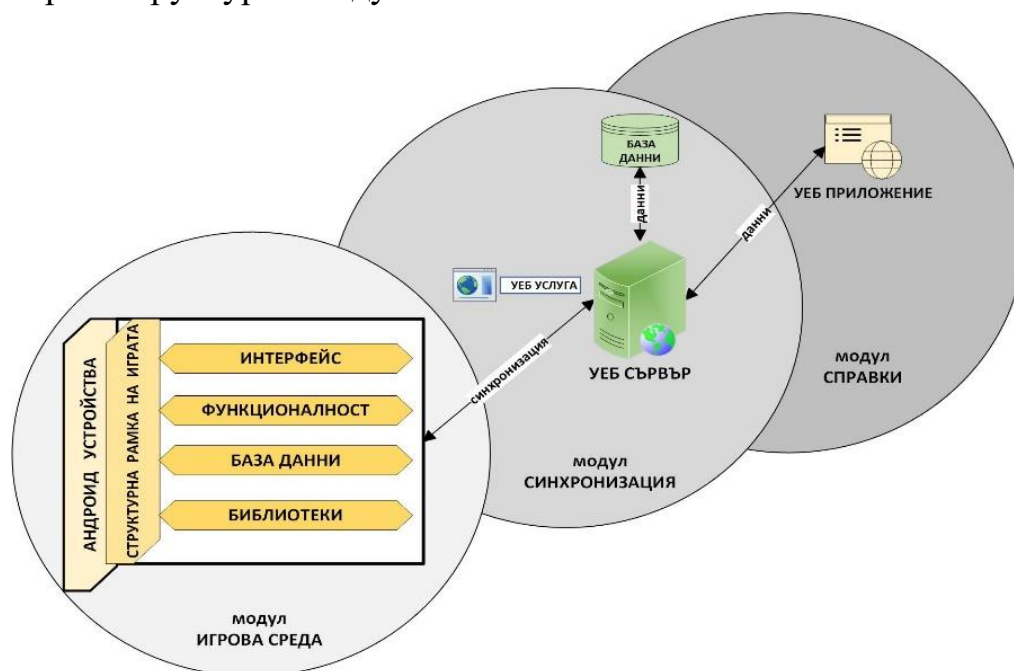
Прототипът на създадената математическа игра е предназначен за деца в начален етап на образование в 3 клас. Играта се състои от 8 нива, чийто интерфейс се базира на различни видове шаблони. Учебните дейности се реализират чрез **мисии – математически задачи, които са случайно генерирани** (от системата). В играта се прилагат **3 вида трудност (1, 2 и 3)**. Играта започва със средна трудност (2) и **целево време** (60 секунди) за всяко ниво. Учениците формират **индивидуален обучителен път**, който е уникален за всеки поради прилагането на **адаптивен подход**. Системата за възнаграждения дава много стимули на учениците: **бонуси, награди, значки, комбо, ресурси и класации**. Раздават се бонуси (като монети) и виртуални награди (златни кюлчета). На всяко ниво учащите виждат **текущото си състояние**. Играта завършва с **крайната класация**. След приключване на играта данните на всеки участник се изпращат към уеб сървър. Идеята е данните да се **синхронизират**. Сортираните данни се връщат към мобилните устройства (при поискване), изпращат се и към **уеб приложение**

3.3.2. Проектиране на дизайна на мобилната игра

Процесът на проектиране и създаване на игровия дизайн преминава през два етапа - **създаване на скици** (прототипиране) и **създаване на шаблони** на всеки екран.

3.3.3. Архитектура на системата

На база на представения в Глава 2. модел е създадена **общата архитектура на системата** за мобилно игрово-базирано обучение (Фигура 5.). Архитектура на системата включва набор от структурни модули.



Фигура 5. Обща архитектура на системата за мобилно игрово-базирано обучение

3.4. Разработка на прототипа

3.4.1. Модул “Игрова среда”

Модулът на игровата среда представлява основния модул от цялостната разработка на мобилното игрово-базирано система. Модулът реализира игровата среда, предназначена за деца от начален училищен етап (3 клас) и развиваща уменията в областта на математиката. Архитектурата на мобилното приложение съдържа няколко слоя:

- слой **“Потребителски интерфейс”** - представлява графичен интерфейс визуализиращ всички елементи на играта, т.е. тук се случва контакта между игровата среда и участника;
- слой **“Функционалност”** - съдържа цялата функционалност, представяща логиката на играта, реализирана с програмен код;
- слой **“Бази данни”** - съдържа БД на играта, в която се съхраняват данните от игровия учебен поток;
- слой **“Библиотеки”** - осъществяват процеси и конфигурират настройки, които са специфични за изграждането и тестването на приложения за Андроид.

Слой **“Потребителски интерфейс”**

Предложен е дизайн на мобилна образователна игра, подходяща за деца в началното училище. Дизайнът се базира на игрови нива със задачи за учащите се, които те трябва да решат по време на играта.

За скиците на всяко ниво е предложен интерфейс, подходящ за деца, които оформят съответни **шаблони** (Фигура 6.). Дизайнът на шаблоните е съобразен с възрастта на целевата група - той е цветен, забавен и с много изображения. Подбрани са изображения, в които се **генерират задачите**, като те стават част от цялостния интерфейс на нивото, заедно с фона и останалите елементи на екрана.



Фигура 6. Задача, реализирана чрез шаблон „Множествен отговор от изображения“

Необходимите данни за интерфейса на мобилното приложение се разполагат в директорията **res**, която съдържа няколко важни поддиректории:

В поддиректорията **anim** се съхраняват анимации, които се използват в нивата на играта. Анимациите представляват xml файлове, които се прилагат върху обекти и се активират в програмния Java код.

В поддиректорията **drawable** се съхраняват всички изображения, които се използват в приложението. Изображенията се прилагат като drawable-ресурси.

В поддиректорията **raw** се съдържат всички видео клипове, представящи микро уроците, които се използват за помощ на ученика по време на играта.

Поддиректорията **mipmap** съдържа изображението с логото на играта.

В поддиректорията **layout** се намират всички xml файлове, които описват изгледите и оформлението на отделните екрани на играта.

Слой **“Функционалност”**

Разработката на програмния код на играта стартира с предварително написан псевдокод, който описва логиката на всяко едно ниво, след което се реализират алгоритмите с език за програмиране Java. Псевдокодът служи за модел, определящ функционалността на всяко ниво - получаване на точки, награди, смяна на трудността, засичане на време, т.е. определя **игровия поток**.

На базата на предложения псевдокод е разработена **логиката на играта**. Разработеният прототип по своята същност има за цел да представи **мобилно игрово-базирано обучение с адаптивна методика**. Цялостната логика на играта е подчинена на прилагането на адаптивно съдържание и използването на подходящо подбрани игрови елементи и техники за постигане на тази цел. За всяко ниво са създадени класове за отделните нива на трудност: 1-easy (ниска), 2-medium (средна) и 3-hard (висока), съдържащи математическите задачи. Играта започва със средна (2-ра) трудност и продължава във всяко следващо ниво с различна трудност, в зависимост от постигнатите резултати. След определяне на трудността във всяко ниво се извикват методи, които генерират на случаен принцип (random) математическите задачи от съответната трудност в текущото ниво - *updateText_easy()*, *updateText_medium* и *updateText_hard()*.

По време на игра, когато детето не успее да реши правилно математическите задачи в дадено ниво, то получава **подсказка (подкрепа)**, която представлява кратък насочващ текст. Подсказките са елемент на реализираната адаптивност и се различават по вид в зависимост от броя допуснати грешки. След първа подсказка се **генерират нови задачи с по-ниска трудност в същото ниво**. А при втори неуспешен опит детето получава втора подсказка (подкрепа). Тя е реализирана под формата на **микро урок - кратко видео**, което да окаже повторна помощ.

Един от основните класове на разработения прототип е **StudentResult** - model class, който съдържа информация за участника и играе важна роля при работата с БД на играта. Класът съдържа метод - конструктор и няколко други методи от тип **Getters и Setters**.

В класа **level_9** са дефинирани методи, които се използват при финализиране на играта. Това са методи, които показват събрания общ брой монети, спечелени кюлчета злато и изразходваното време. Тук е реализирана финалната локалната и глобалната класация.

Енергийна ефективност на разработеното приложение

На база на проучените изследвания в областта на енергийната ефективност на софтуера, в разработения прототип са приложени повечето препоръки, които биха направили Java кода по-ефективен, от гледна точка на консумацията на енергия. Използван е предимно типа long на променливите. Избягвани са допълващите типове като short. Използвани са предимно локални променливи, а не статични. Навсякъде е използвана инициализираща променлива от тип int при цикъл for.

Слой “База данни”

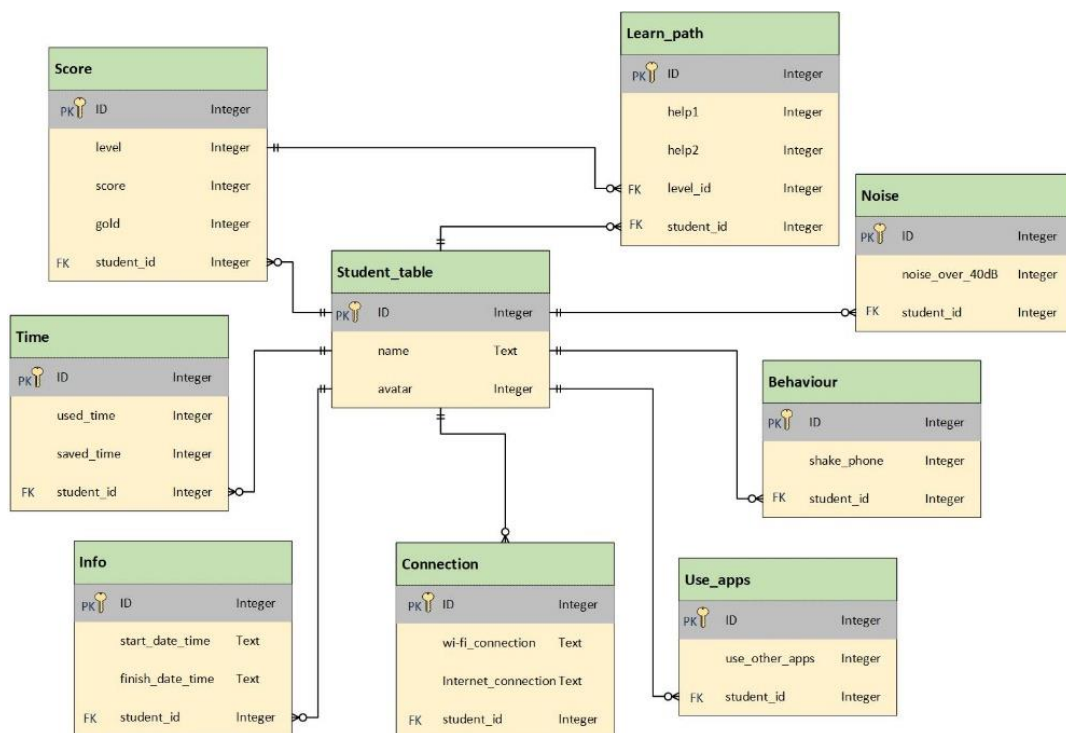
БД трябва да съхранява цялата необходима информация за играча и неговата игра. В началото на играта се записват данни за името на играча и избран аватар. Записват се също текущата дата и час на започване на играта, както и на приключване. По време на играта се съхраняват данни за достигнато ниво, текущи точки (брой монети) и спечелени награди (кюлчета злато). Изразходваното време на всяко ниво също се съхранява в БД като се натрупва за крайния времеви резултат, а остатъкът от времето от всяко ниво се прехвърля към всяко следващо ниво. Отчитат се и броя и вида подсказки при несправяне със задачите (при първо и второ несправяне в ниво) и на кое ниво е получена подкрепата. Всички тези данни накрая се използват за създаване на локална и глобална.

В БД се записват и данни регистрирани от мобилното устройство, като: дали устройството на играча е свързано към безжична мрежа и дали има връзка към Интернет. Освен това се отчитат и броя на превключванията към други приложения по време на играта. Тази информация е полезна за преподавателя, в случаите, когато приложението се използва за проверка на знания, т.е. като ”сигнализиращи” данни дали ученикът прави

опити за “преписване”. В БД се записва нивото на шум в децибели по време на игра, както и резките движения на мобилното устройство. Тези данни могат да помогнат при проследяване на концентрацията на ученика и неговите емоции.

От всички тези данни може да се състави т.нар. **поведенчески модел на играча**, чрез които не само да се проследят постиженията в играта от педагогическа гледна точка, но и някои показатели за поведението на детето. Преподавателят може да проследи **обучителния път** на обучаемия в мобилната среда.

Базата данни на реализирания прототип съдържа 9 таблици. На всяка от тях е поставен първичен ключ, а на някои от тях и външен ключ за връзка с други таблици. Общата схема на базата данни на прототипа е представена на Фигура 7., с помощта на UML диаграма.



Фигура 7. Обща схема на базата данни на прототипа

Класът SQLiteOpenHelper се използва за достъп, създаване и промяна на базата данни. Методът onCreate() се използва при създаването на таблиците в базата данни, а Методът onUpgrade() при промяна на структурата на таблица. В разработения прототип класа **DatabaseHelper** наследява SQLiteOpenHelper. В него са дефинирани имплементациите на методите onCreate(), onUpgrade(), insertData(), getAllScores(), updateData() и др.

При разработката на прототипа са реализирани различни заявки към БД. За да се осъществи и визуализира заявка от БД се използват класовете StudentResult, MyDataListAdapter, DatabaseHelper и ViewHolder. Класът MyDataListAdapter служи като мост между компонентите на потребителския интерфейс и източника на данни, който попълва данни в компонента на потребителския интерфейс.

Слой “Библиотеки”

При разработката на прототипа е използвана стандартната библиотека на Android Studio - **Gradle Scripts**. Всеки проект за Android се нуждае от Gradle за генериране на инсталационен пакет - **apk файл** от .java и .xml файловете в проекта.

За осъществяването на трансфера на данни към уеб сървър е добавена още една библиотека **Volley**, която дава възможност за надежден пренос на данни.

3.4.2. Модул “Синхронизация”

След приключване на играта, всеки участник освен локална класация трябва да има възможност да види как се е справил спрямо всички останали участници в играта. Разработеното мобилно приложение използва уеб сървър (Apache HTTP server) с цел **синхронизиране на данни**. От мобилните приложения, които се намират в т.нар. **клиентски (потребителски) слой** от архитектурата се изпращат заявки към уеб сървъра. Изпратените заявки са **GET заявки**, като се използва **HTTP протокол** за пренос на данни. За да бъдат изпратени успешно заявките е необходима Интернет (свързаност) по време на играта. Получените заявки се обработват от **уеб сървър** в т.нар. **сървърен слой** от представената архитектура. За съхранение на данните е използвана база данни **MariaDB**, независима разработка на MySQL, в т.нар. **слой за съхранение**. Сървърната БД (gamemath), за отдалечено съхранение на данни съдържа 8 таблици.

3.4.3. Модул “Справки”

Модулът “Справки” е уеб приложение за преподавателя, чрез което да се осъществява проследяване и контрол на учебния процес. Разработеното уеб приложение има за цел да предоставя достъп до всички записани игрови данни на учениците по време и след приключване на играта. Архитектурата е подчинена на модела клиент-сървър, който определя как компонентите комуникират помежду си.

Пренасянето на информация между уеб браузъра и уеб сървъра се осъществява посредством HTTP протокола, който работи над транспортния протокол TCP. Браузърът изпраща HTTP заявка към сървъра, а от своя страна уеб сървърът има за цел да обработи данните и заявките. Той осъществява връзка със сървърна база от данни с цел достъп до данните, след което връща HTTP отговор към браузъра. Резултатът от заявката се извежда в браузъра на потребителя като HTML документ.

Разработеното уеб приложение притежава **responsive (отзивчив) уеб дизайн**. Разработката на уеб приложението включва няколко php файла: config.php, game_detect.php, teacher_login.php, teacher_get_info.php, teacher_logout.php.

Преподавателят се влиза в уеб приложението със собствен акаунт, съдържащ име и парола. След влизане в уеб приложението, преподавателят има на разположение различни справки, отчетени по време и след приключване на играта:

- **Класация** - представя класация на играчите, съдържаща име, време (брой минути, прекарани в игровото приложение) и брой точки (получени за успешни мисии), сортирани първо по брой точки и второ по време (ако броят точки съвпада);

- **Получена подкрепа** - показва се справка за всички обучаеми с техния получен брой подсказки (1-ва и 2-ра) и на кои нива от играта са получени. Преподавателят има възможност да види на кои математически задачи всеки ученик се е затруднил и съответно е получил помощ;

- **Времетраене на игра** - представя се справка с текуща дата и час на започване и завършване на играта за всеки играч. Преподавателят може да проследи кога е играна мобилната игра и колко време е отнела на всеки обучаем;

- **Свързаност към мрежи** - показва дали устройствата на обучаемите са е имали достъп до безжична мрежа и Интернет. Чрез тази информация преподавателят може да засече вероятни опити за “преписване”.

Отчетени данни за играчите - тази справка обединява следната информация за играчите:

- **Брой превключвания към други приложения** по време на игра - отчита се колко пъти ученикът се е разсейвал с други приложения по време на игра, които могат да се

интерпретират от преподавателя за вероятни опити за “преписване” при оценяване на знанията или за липса на концентрация;

- **Засилено ниво на шум** - нивото на шум се измерва постоянно по време на игра и се отчита, когато се засече д шум над 40 децибела. На базата на тази информация може да се направи извод дали игровата среда е била прекалено шумна (напр. при над 10 броя такива засичания) или около обучаемия е имало “помагачи”, ако обучаемия прави игрови тест.

- **Брой движения на мобилното устройство** (разтърсване на мобилното устройство) - тази информация би могла да е показател дали детето е изпитвало бурни емоции по време на играта, които са довели до тези реакции.

На Фигура 8. е представено менюто за избор на справка от преподавателя.



Фигура 8. Меню на модул Справки

Използването на уеб приложението включва изпращане множество заявки към сървърната БД и получаване на отговор.

3.5. Тестване на прототипа

Тестването е основен етап от цялостната разработка на мобилно приложение или друг софтуерен продукт. Разработеният софтуерен прототип е **тестван за коректна работа и покрива заложените функционални и нефункционални изисквания. Отстранени са всички установени грешки.** Тестването е извършено многократно на виртуално устройство (емулатор Pixel API 24, 1080x1920: 420 dp, Android 7.0 - с хоризонтална ориентация) и на мобилни устройства с реални потребители.

3.6. Внедряване и поддръжка на системата

Внедряването е дейност, която започва веднага, след като кодът е тестван, потвърден за пускане за общо ползване (продажба). Тази дейност може да включва инсталиране, персонализиране и допълнително тестване при клиента.

Играта е предоставена за свободно сваляне и използване чрез линк в следния сайт: <http://web.uni-plovdiv.bg/gochev/margarita.gocheva.net/GameMath.apk>. За достъп до уеб

приложението, трябва да се създаде акаунт с име и парола на преподавателя и се предоставя за ползване.

Поддръжката на софтуера е също толкова важна, колкото и самата разработка. Съществуват множество фактори, които биха наложили необходимост от поддръжка, като: промени/обновявания в ОС Андроид, изискващи корекции и на приложенията; потребителски грешки; нарастващ обем на данните; бъгове в приложенията и други неустановени или непредвидени обстоятелства.

3.7. Изводи към Глава 3

В Глава 3. е представен процеса на разработката на софтуерния прототип на мобилната образователна игра по математика за деца от начален етап, според модела представен в Глава 2. Представена е обща архитектура на система за мобилно игрово-базирано обучение на базата на модули.

Глава 4. Експеримент - тестване на играта „Забавна математика“

В Глава 4. са представени резултати от експеримент, като следвани стъпките:

- **Определяне на целта и стъпките на експерименталното изследване** - основната цел е тестване и апробиране на разработения прототип на мобилна образователна игра за деца от начален етап в реална учебна среда. Планирани са стъпките за осъществяване на експеримента;

- **Установяване на контекста, планиране и организиране на експериментални постановки** - Тестването е организирано след разговор с директор и дадено съгласие от страна на родители, децата да участват в учебен експеримент с научна цел. Играта е инсталирана на множество мобилни устройства, за улеснение на децата;

- **Осъществяване на експериментални изследвания** - Изследването е направено с 17 ученици от 3а клас на ОУ“Яне Сандански“ град Пловдив с класен ръководител г-жа Мариана Джамбазова и с 10 преподаватели в начален курс;

- **Систематизиране на резултатите и избиране на подходящи аналитични подходи** - Проведена е анкета, разделена в две направления: въпросник за ученици и въпросник за учители;

- **Анализ и представяне на резултатите от експерименталното изследване** - Резултатите са събрани, обработени и представени под формата на диаграми. Направен е подробен анализ, на база на проведените анкети и събраните впечатления от самото тестване.

4.1. Постановка на експеримента

Проведен е експеримент за прилагане на мобилно игрово-базирано обучение с ученици в реална учебна среда. Изследван е предложения модел (Глава 2.) и разработения прототип (Глава 3.) на мобилна образователна игра в учебен час по математика с ученици от целевата възрастова група - 3 клас в начален училищен етап.

Провеждането на експеримента цели да установи дали:

- мобилното игрово - базирано обучение поражда интерес у учениците от целевата група;
- мобилните образователни игри са полезни и подпомагат ученето на учениците в часовете по математика;
- интересът на учениците към учебния предмет се променя след играта;
- адаптивният подход е добър избор в едно обучение, особено по математика, където учениците често срещат затруднения;
- педагозите биха използвали мобилно игрово-базирано обучение, ако разполагат с такива ресурси като мобилни игри.

4.2. Методология на експеримента

Методологията на изследването се базира на анкети, изработени във вид на **формуляр (Google Forms)**. Поради същността му участниците в него са разделени в две групи – ученици и преподаватели. Въпросите от анкетите са разпределени в следните пет секции: Практическа приложимост, Мотивация, Дизайн, Подкрепа и обратна връзка, и Отворени въпроси.

Общо въпросите в анкетата за учениците са 15 като 4 от тях са отворени, а за преподавателите въпросите са 21, като 2 от тях отворени.

Всеки от въпросите има няколко възможни отговора, като при учениците те са:

- да
- донякъде
- не

Анкетираните преподаватели трябва да покажат до каква степен са съгласни с твърденията в анкетата по петобалната скала на Ликарт:

почти никога (ПН); рядко (Р); понякога (П); често (Ч); почти винаги (ПВ).

4.3. Анализ на резултатите от експеримента

Учениците и преподавателите първо тестват играта, преминавайки през всички нива и след това попълват анкетите.

4.3.1. Резултати от анкетата, проведена с ученици

Предложените въпроси в анкетата са лесни за разбиране, за да не затруднят малките ученици. Таблица 3., представя анкетата за ученици, разделена в различни категории.

Таблица 3. Въпросник по категории

I. Практическа приложимост
1. Научихте ли нещо ново докато играехте на тази образователна мобилна игра?
2. Бихте ли предпочели в час по математика да правите упражнения чрез мобилна игра?
3. Бихте ли играли на тази игра в къщи?
II. Мотивация
1. Хареса ли ви да учите, докато се забавлявате, играейки на мобилни игри?
2. Получаването на награди (монети и кюлчета) накара ли ви да искате да решавате повече задачи, за да завършите играта с по-добър резултат?
III. Дизайн
1. Хареса ли ви <u>визуалния дизайн</u> на играта?
2. Беше ли ви интересна играта?
IV. Достъпност
1. Ползвали ли сте някаква мобилна образователна игра по математика <u>до сега</u> ?
2. Трудна ли беше играта?
3. Сложно ли беше преминаването от едно ниво в друго?
V. Подкрепа и обратна връзка
1. Помогна ли ви подкрепата, която получихте при грешен отговор?
VI. Отворени въпроси
1. С какъв резултат завършихте играта? Колко монети?
2. С какъв резултат завършихте играта? Колко кюлчета злато?
3. Кое най-много ви хареса в играта?
4. Кое не ви хареса в играта?

В категория „**Практическа приложимост**“ резултатите от показват, че 94,1% от обучаемите биха предпочели да използват мобилна игра в час по математика. Всички (100%) ученици отговарят, че им харесва да учат чрез мобилна игра и биха я играли в къщи. На въпроса „Научихте ли нещо ново докато играехте на тази образователна мобилна игра“ 70,6% - 12 деца отговарят с „да“, 11,8% - 2 деца отговарят с „донякъде“ и 17,6% - 3 деца отговарят с „не“, което показва, че за по-голямата част от групата, играта е допринесла за получаване на нови знания.

В категория „**Мотивация**“ всички ученици (100%) изразяват мнение, че харесват мобилното игрово-базирано обучение. 94.1% от тях споделят, че получаването на награди ги е мотивирало, а останалите 5.9% - че това ги е заинтригувало само донякъде. Както се вижда от масовото мнение - ролята на игровите елементи е съществена при мотивиране и събуждане на интереса на обучаемите.

В категория „**Дизайн**“ учениците категорично отговарят (100%), че са харесали дизайна на играта и че играта им е била интересна.

В категория „**Достъпност**“ резултатите от анкетата показват, че 76,5% от учениците вече са използвали мобилна образователна игра по математика и имат опит с такова обучение. 12 от децата (70.6%) отговарят, че играта не е била трудна за тях и не е било сложно преминаването от едно ниво в друго. Останалите 5 деца (29.4%) са срещнали някакви проблеми с трудността на играта и при преминаването между нивата. Използването на адаптивния подход чрез смяна на трудността при всеки успех/неуспех е дало увереност на обучаемите, че играта не е трудна и те се справят с лекота.

В категория „**Подкрепа и обратна връзка**“, 88,2 % от децата (15 деца) са отговорили, че подкрепата, която са получили при грешен отговор им е помогнала, което отново е положителна оценка за ефективността на адаптивния подход.

Категорията „**Отворени въпроси**“ съдържа 4 въпроса, два от които показват с какъв резултат учениците са завършили играта, а другите два - да дадат мнение за това, какво им е харесало и какво не им е харесало в играта. Коментарите на децата са много положителни и тази обратна връзка е от изключително важна роля при анализ и тестване на една игра.

4.3.2. Резултати от анкетата, проведена с преподаватели

Анализът на резултатите от анкетата се базира на отговорите на 10 преподаватели. Таблица 4., представя анкетата за преподаватели в пет категории.

Таблица 4. Въпросник по категории за преподаватели

I. Практическа приложимост	
1.	Считам, че игровизация е подходяща за използване в обучението в начален етап.
2.	Считам, че игровият подход подпомага ефективното постигане на образователните цели по математика в начален етап.
3.	Считам, че учебният процес подпомогнат с мобилната игра развива уменията за учене на учениците.
4.	Считам, че адаптивността в играта е добър методически подход за тази възрастова група.
5.	Считам, че сложността на мобилната игра е подходяща за учениците от начален етап.
6.	Склонен/на съм да използвам игрово-базирано обучение (вкл. мобилната игра) в моята преподавателска работа в комбинация с традиционното преподаване.
7.	Склонен/на съм да използвам в час за упражнение (обобщение върху даден раздел) мобилната игра.
II. Мотивация	
1.	Считам, че игровият подход мотивира учениците по време на обучение в тази възрастова група.
2.	Считам, че използването на различните видове награждавания (като монети и кюлчета злато) стимулират интереса на обучаемите към решаване на задачи.
3.	Считам, че игровите елементи и техники отклоняват вниманието на обучаемите от учебната дейност.
4.	Считам, че адаптивността в играта е гъвкав подход, който мотивира всеки обучаем - както при успех, така и при неуспех в ученето.
5.	Считам, че начинът на представяне на учебното съдържание в мобилната игра отговаря на образователните потребности на учениците.

6. Считам, че учебният процес подпомогнат с мобилната игра събужда интереса на учениците към математиката.
III. Дизайн и достъпност
1. Считам, че дизайнът на играта е достатъчно интригуващ за учениците в тази възрастова група.
2. Считам, че игровите елементи са достатъчно интуитивни и подходящи за тази възраст.
3. Считам, че използването на игрово-базиран дизайн и техники прави мобилното обучение по-приятно от традиционното обучение.
IV. Интерактивност, обратна връзка и комуникация
1. Считам, че игрово-базираното учене насърчава комуникацията и сътрудничеството на учениците.
2. Считам, че обратната връзка и подкрепата в мобилната игра насърчава обучаемите да отстраняват пропуските в обучението.
3. Считам, че игровите елементи и техники не само подпомагат учебния процес, но и служат за забавление.
V. Отворени въпроси
1. Кое най-много ви хареса в мобилното приложение?
2. Кое не ви хареса? Кое бихте променили?

В категория **„Практическа приложимост“** всички преподаватели са на мнение че игровизацията е подходяща за използване в часовете по математика в начален етап (60% са дали „почти винаги“, а 40% – „често“). Абсолютно всички учители считат, че игровият подход подпомага ефективното постигане на образователните цели по математика в начален етап. 40% от анкетираните са склонни „почти винаги“ и още 40% са склонни „често“ да използват игровизация в тяхната преподавателска дейност. Преподавателите са на мнение, че учебният процес подпомогнат с мобилната игра развива уменията за учене на учениците (60% от учителите са дали отговор „почти винаги“, а 40% – „често“). Много показателен е резултатът, че всички (100%) преподаватели смятат, че сложността на играта е абсолютно съобразена с възрастта на учениците от 3 клас. Също така те подкрепят адаптивността като добър методически подход в тази възрастова група (80% са дали отговор „почти винаги“, а 20% – „често“).

В категория **„Мотивация“** твърдението „Считам, че игровият подход мотивира учениците по време на обучение в тази възрастова група“ е събрало 100% положителни отговори. По категорично те смятат, че учебният процес подпомогнат с мобилната игра събужда интереса на учениците към математиката (80% са дали отговор „почти винаги“, а 20% – „често“), което отново потвърждава тезата, че мобилните игри могат да бъдат ключово подкрепящо средство, както при обучението в класната стая, така и при самообучението извън класната стая. Преподавателите отново подкрепят твърдението, че адаптивността в играта е гъвкав подход, който мотивира всеки обучаем - както при успех, така и при неуспех в ученето (80% са дали отговор „почти винаги“, а 20% – „често“).

В категория **„Дизайн и достъпност“** 80% от преподавателите смятат, че „почти винаги“ използването на игрово-базиран дизайн и игрови техники прави мобилното обучение по-приятно от традиционното обучение, а останалите 20% казват, че това се случва „понякога“. Всички анкетираните преподаватели със своята оценка над средната, заявяват, че игровите елементи са достатъчно интуитивни и подходящи за тази възраст и дизайнът на играта е достатъчно интригуващ.

В категория **„Интерактивност, обратна връзка и комуникация“** преподавателите са дали положителни мнения и на трите твърдения (80% са дали „почти винаги“, а 20% – „често“). Те подкрепят и твърдението, че **обратната връзка и подкрепата** в мобилната

игра насърчава обучаемите да отстраняват пропуските в обучението, което е една от най-важните характеристики на разработената игра.

Към категорията „отворени въпроси“ са предложени два въпроса. Впечатление прави, че елементите, които харесват преподаватели са именно тези, на които е акцентирано в дисертационното изследване - приложената адаптивна методика, съвременната персонализирана подкрепа на обучаемия с подходящи средства и игровия дизайн.

4.4. Изводи към Глава 4.

В Глава 4. е представен експеримент за прилагане на мобилно игрово-базирано обучение на ученици от 3 клас от началното училище в реална учебна среда. Анкетираният са дали категорично положителна оценка на предложеното мобилното игрово-базирано обучение.

Заклучение

Дисертационният труд изследва модели и средства, и предлага подход и инструменти за задействане на положителните емоции у обучаемите, които да ги мотивират да постигат повече учебни цели, с по-високи резултати. Предложен е модел и алгоритъм за провеждане на учебен процес във вид на мобилна игра, с помощта на педагогически подходи и технологични решения, които се адаптират към нуждите на обучаемите. В рамките на дисертационното изследване са решени следните основни задачи:

1. Проучване на теории, модели, методики, системи и технологии свързани с използване на мобилно игрово-базирано обучение в начален училищен етап;
2. Проектиране на модел на мобилна образователна игра, подходяща за деца в начален училищен етап;
3. Разработване на прототип на мобилна образователна игра на базата на предлагания модел;
4. Провеждане на експерименти с ученици от начален училищен етап за използване на разработената игра и анализ на резултатите от експеримента.

С решаването на задачи 1. – 4. е постигната основната цел на дисертационното изследване – предлагане, изследване и апробиране на средства (модели, методи и инструменти), подходящи за реализиране на мобилно игрово-базирано обучение, подпомагащо обучението по математика в начален училищен етап.

Приноси на дисертационния труд

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

Научни приноси на дисертационното изследване са:

Н1. Създаден е **общ модел** на мобилно игрово-базирано обучение (вкл. модел на обучаемия), подходящ за ученици в начален училищен етап;

Н2. Направена е **класификация** на видовете игрови задачи, подходящи за мобилна реализация и за обучение по математика в началното училище.

Научно-приложни приноси на дисертационното изследване са:

НП1. Предложен е **интегриран подход** за реализиране на обучение на базата на игрово-базирано обучение, адаптивно обучение, обучение чрез микро-уроци и активно обучение чрез мониторинг на поведението;

НП2. Представена е архитектура на система за мобилно игрово-базирано обучение по математика за начален училищен етап.

Приложни приноси на дисертационното изследване са:

П1. Реализиран е софтуерен прототип на мобилна образователна игра по математика (вкл. веб приложение за проследяване на обучението) на базата на предложените модел и подход;

П2. Направен е анализ на мненията на потребители (ученици и преподаватели), на базата на проведен експеримент на обучение чрез създадения прототип.

Перспективи за развитие

В близка перспектива, на дневен ред са следните задачи:

- Създаване на нови мобилни игри (за др. учебно съдържание) на база на предложената архитектура;
- Добавяне на адаптивност на интерфейса;
- Осигуряване на многоезикова поддръжка на играта.

В по-далечна перспектива предстои създаване на:

- Добавяне на нови функционалности в посока изследване на детските емоции по време и след игра;
- Разширяване на целевата възрастова група;
- Използване на предложената методика в други учебни дисциплини.

Апробация

Резултати от дисертационното изследване са представени в 4 (четири) публикации – 1 (една) в специализирано списание и 3 (три) – в сборници с трудове от международни конференции. Две от публикациите са индексирани в световната база от данни - Web of Science. Другите две публикации са индексирани в международни бази от данни Scopus, публикувани са в издания с SJR.

Резултати на дисертационното изследване са докладвани на 2 (две) международни конференции с 3 доклада:

- 14th annual International Technology, Education and Development Conference 2020, Valencia, Spain, INTED2020.
- 10-th international scientific conference “Engineering, technologies and systems”, AIPCP22-AR-TechSys2021, Пловдив, България.

Публикации по темата на дисертационния труд

1. Gocheva, M., Somova, E., Angelova, V., Kasakliev, N., Types of mobile educational games for children in primary school. INTED2020, 14th annual International Technology, Education and Development Conference, Dates: 2-4 March 2020, Valencia, Spain, Pages: 2291-2300, ISBN: 978-84-09-17939-8, ISSN: 2340-1079. **(Web of Science)** DOI: 10.21125/inted.2020.0698

2. Margarita Gocheva, Elena Somova, Nikolay Kasakliev, Vladimira Angelova, Mobile Math Game Prototype On The Base Of Templates For Primary School, Mathematics and Informatics, Volume 64, Number 2, 2021, ISSN 1310-2230, eISSN 1314-8532, Образователни технологии. **(Web of Science)** DOI:10.53656/math2021-2-2-mob

3. Margarita Gocheva, Nikolay Kasakliev and Elena Somova, An Attempt of Adaptability of The Learning Process and Content in Mobile Math Educational Game, 10th International Scientific Conference “TechSys 2021” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS, Technical University of Sofia, Plovdiv Branch 27-29 May 2021, AIP Conference Proceedings 2449, 070019 (2022), e-ISSN: 1551-7616. **(Scopus, SJR=0.189, H index 75, 2021)** <https://doi.org/10.1063/5.0090673>

4. Margarita Gocheva, Elena Somova and Nikolay Kasakliev, Game-based Approach in Mobile Learning for Primary School, 10th International Scientific Conference “TechSys 2021” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS, Technical University of Sofia, Plovdiv Branch 27-29 May 2021, AIP Conference Proceedings 2449, 070005 (2022), e-ISSN: 1551-7616. **(Scopus, SJR=0.189, H index 75, 2021)** <https://doi.org/10.1063/5.0090671>

Списък на забелязани цитирания

1.Gocheva, M., Somova, E., Angelova, V., Kasakliev, N. (2020). Types of mobile educational games for children in primary school. INTED2020, 14th annual International Technology, Education and Development Conference, Dates: 2-4 March 2020, Valencia, Spain, Pages: 2291-2300, ISBN: 978-84-09-17939-8, ISSN: 2340-1079, DOI: 10.21125/inted.2020.0698 (Web of Science)

1.1. Skvortsova S., & BritskanT. (2021). Organization of Mathematical Distance Learning in Primary School. International Journal of Research in E-Learning, 7(1), 1-23, 2021. <https://doi.org/10.31261/IJREL.2021.7.1.06>

1.2. Abhishek Behl, Nirma Jayawardena, Vijay Pereira, Nazrul Islam, Manlio Del Giudice, Jyoti Choudrie (2022). Gamification and e-learning for young learners: A systematic literature review, bibliometric analysis, and future research agenda. Technological Forecasting and Social Change. March 2022 <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121445> (WoS)

1.3. Kouhi M., Rahmani, M. (2022). Design and Development of a Mobile Application for Teaching Triple Multiplication to Preschool Children. SN COMPUT. SCI. 3, 156, 2022. <https://doi.org/10.1007/s42979-022-01033-z>

1.4. Elif Polat, Sinan Hopcan, Hatice Yildiz Durak, Ergin Tosunoğlu, Mehmet Fatih Pekiş, Özgür Yılmaz & Orhan Çakır (2022). A Maths Serious Game for Mobiles: A Study on Design and Development. In book: STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education, Technology to Promote Teaching and Learning. April 2022. http://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1_20

1.5. Michail Kalogiannakis, Stamatios J Papadakis (2022). Book: STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education. Edition: Lecture Notes in Educational Technology Publisher: Springer Singapore Editor: Stamatios Papadakis, Michail Kalogiannakis. ISBN:978-981-19-0568-1. May 2022. <http://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1>

2.Margarita Gocheva, Nikolay Kasakliev and Elena Somova (2021). An Attempt of Adaptability of The Learning Process and Content in Mobile Math Educational Game, 10th International Scientific Conference “TechSys 2021” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS, Technical University of Sofia, Plovdiv Branch 27-29 May 2021, AIP Conference Proceedings 2449, 070019 (2022), e-ISSN: 1551-7616. (Scopus, SJR=0.189, H index 75, 2021) <https://doi.org/10.1063/5.0090673>

2.1. Bozhan I. Orozov, Daniela A. Orozova (2021). An AI Application in E-Learning. Education and Research in the Information Society, September 27–28, 2021, Plovdiv, Bulgaria, Vol-3061, pp. 76-80. Published on CEUR Workshop Proceedings CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073). [http://ceur-ws.org/Vol-3061/ERIS_2021-art08\(sh\).pdf](http://ceur-ws.org/Vol-3061/ERIS_2021-art08(sh).pdf) (Scopus)

3.Margarita Gocheva, Elena Somova and Nikolay Kasakliev (2021). Game-based Approach in Mobile Learning for Primary School, 10th International Scientific Conference “TechSys 2021” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS, Technical University of Sofia, Plovdiv Branch 27-29 May 2021, AIP Conference Proceedings 2449, 070005 (2022), e-ISSN: 1551-7616. (Scopus, SJR=0.189, H index 75, 2021) <https://doi.org/10.1063/5.0090671>

3.1. Bozhan I. Orozov, Daniela A. Orozova (2021). An AI Application in E-Learning. Education and Research in the Information Society, September 27–28, 2021, Plovdiv, Bulgaria, Vol-3061, pp. 76-80. Published on CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073). [http://ceur-ws.org/Vol-3061/ERIS_2021-art08\(sh\).pdf](http://ceur-ws.org/Vol-3061/ERIS_2021-art08(sh).pdf) (Scopus)

Списък на използваната литература

[Касъклиев’2018] Касъклиев Н., В. Русева, Използване на мобилни устройства и технологии в обучението в средните училища–предимства, ограничения, мобилни приложения, Компютърни науки и комуникации, 7(1), 214-223, 2018, ISSN: 1314-7846 <https://csc.bfu.bg/index.php/CSC/article/view/229>

[Касъклиев’2015] Касъклиев Н., Перспективи пред мобилното обучение в България, Списание „Компютърни науки и комуникации”, Бургас, Том 4, No 1, 2015.

[Пидкасисткий’1996] Пидкасисткий П. И., Ж. С. Хайдаров, Технология игры в обучении и развитии: учебное пособие. — М.6 МПУ, Рос. пед. агентство. 1996.

[Терзиева’2017] Терзиева Тодорка, Ангел Голев, Стефан Ставрев, Сериозните игри – иновативно средство за обучение, Научна конференция „Иновационни софтуерни инструменти и технологии с приложения в научни изследвания по математика, информатика и педагогика на обучението“, Пампорово, 23-24 ноември 2017.

[Тотков’2014] Тотков Г., Увод в е-обучението, Пловдив: Ракурси ООД, 2014.

- [Akhter’2015]** Akhter Mahmuda, Minimizing Distance Using Just-in-Time Teaching and Flipped Classroom, Sino-US English Teaching, January 2015, Vol. 12, No. 1, 20-25, doi:10.17265/1539-8072/2015.01.003
- [Bartle’1996]** Bartle R., Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs, Journal of MUD Research, 1996.
- [Bringula’2014]** Bringula Rex P., Kristian Paul M. Lugtu, Mark Anthony D. Uy, Ariel D.V. Aviles, “How do you feel?”: emotions exhibited while playing computer games and their relationship with gaming behaviors, International Conference on Internet Studies, August 16-17, 2014, Singapore.
- [Burgos’2006]** Burgos D., T. Tattersall, R. Koper, Representing adaptive e-learning strategies in IMS learning design, TENCompetence Conference, Sofia, Bulgaria, March 31st., 2006.
- [Deterding’2011]** Deterding S., D. Dixon, R. Khaled, L. Nacke, From game design elements to gamefulness: defining gamification, 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. ACM, 2011, pp. 9-15.
- [Diaha’2010]** Diaha N., K. Ehsan, M. Ismailc, Discover Mathematics on Mobile Devices using Gaming Approach, International Conference on Mathematics Education Research 2010, Procedia Social and Behavioral Sciences 8, pp. 670–677.
- [Gachkova’2016]** Gachkova Mariya, Elena Somova, Game-based approach in e-learning, IX National Conference "Education and researches in information society". ISSN 1314-0752, 26-27.05.2016, Plovdiv, 2016, pp. 143-152.
- [Janke’2020]** Janke I., Unpacking the Inherent Design Principles of Mobile Microlearning, Technology, Knowledge and Learning, (25), (2020), pp. 585–619. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09413-w>.
- [Kiryakova’2014]** Kiryakova G., N. Angelova, L. Yordanova, Gamification in education, Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference, 2014.
- [Krasnova’2015]** Krasnova T. A, Paradigm Shift: Blended Learning Integration in Russian Higher Education, Procedia – Social and Behavioral Sciences, 2015, no. 166, pp. 399–403. DOI:10.1016/j.sbspro.2014.12.543
- [Larche’2020]** Larche Chanel, Mike J Dixon, The relationship between the skill-challenge balance, game expertise, flow and the urge to keep playing complex mobile games, Journal of Behavioral Addictions, October 2020, DOI: 10.1556/2006.2020.00070
- [Mirski’2004]** Mirski P.J. and D. Abfalter, Knowledgeenhancement on site-guests’ attitudes towards m-learning. Proceeding of the Information andcommunication technologies in tourism 2004, 11thENTER International Conference in Cairo (ICC’04), Cairo, Egypt, pp. 592-600.
- [Pereira’2021]** Rui Pereira, Marco Couto, Francisco Ribeiro, Rui Rua, Jácome Cunha, João Paulo Fernandes, João Saraiva, Ranking programming languages by energy efficiency, Science of Computer Programming, Volume 205, 2021, 102609, ISSN 0167-6423
- [Pierce’2007]** Pierce R., K. Stacey, A. Barkatsas, A scale for monitoring students’ attitudes to learning mathematics with technology, Computers & Education, 48(2), pp. 285-300, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2005.01.006>.
- [Rua’2019]** Rua Rui, Marco Couto, João Saraiva, GreenSource: a large-scale collection of Android code, tests and energy metrics, IEEE/ACM 16th International Conference on Mining Software Repositories (MSR), 2019.
- [SDLS]** SDLS – Software Development Life Cycle, https://www.tutorialspoint.com/sdlc/sdlc_overview.htm, (accessed 03.07.2022)
- [Sokolova’2005]** Sokolova M., G. Totkov, About Test Classification in E-Learning Environment, International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech’2005).
- [Somova’2021]** Somova E., M. Gachkova, Strategy to Implement Gamification in LMS, in book “Next-Generation Applications and Implementations of Gamification Systems”, editors: F. Portela, R. Queirós, IGL Global, 2021, pages: 51-72, DOI: DOI: 10.4018/978-1-7998-8089-9.ch004, ISBN13: 9781799880899, ISBN10: 1799880893, EISBN13: 9781799880912.
- [Stoyanov, 04]** Stoyanov S., P. Kirschner, Expert Concept Mapping Method for Defining the Characteristics of Adaptive E-Learning: ALFANET Project Case, Educational Technology, Research & Development, vol. 52, no. 2, 2004, ISSN: 1042-1629, pp. 41 – 56.
- [Velsen’2008]** Velsen, L., User-centered evaluation of adaptive and adaptable systems: a literature review, The Knowledge Engineering Review Journal, Cambridge University Press, Vol. 23:3, pp. 261–281, 2008.