



Югозападен университет „Неофит Рилски“ - Благоевград
Природо-математически факултет
Катедра „Математика“

Криста Методиева Механджийска

**ФОРМИРАНЕ НА ДИГИТАЛНИ И МАТЕМАТИЧЕСКИ
КОМПЕТЕНТНОСТИ ЧРЕЗ ОБРАЗОВАТЕЛНИ КОМПЮТЪРНИ
ИГРИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен
„доктор“

област на висше образование: 1. Педагогически науки

професионално направление: 1.3. Педагогика на обучението по ...
докторска програма – Методика на обучението по математика и
информатика

Научен ръководител:

проф. д-р Даниела Тупарова

БЛАГОЕВГРАД, 2024 г

Дисертационният труд се състои от увод, четири глави, заключение, библиография, списък с публикациите, свързани с дисертацията и приложения. Общият обем е 220 страници, от които 168 страници текст, 9 страници библиографска справка и 43 страници приложения. Библиографската справка съдържа 151 заглавия: 38 на български език, 4 на руски език, 74 на английски език и 36 интернет източника. В рамките на изложението са използвани 64 фигури и 43 таблици.

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита от разширен катедрен съвет на катедра „Математика“ към Природо-математически факултет на Югозападен университет „Неофит Рилски“- Благоевград с Протокол №..... от

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 17.01.2025 година от 11:00 ч. в зала 431 на УК №1.

Увод

Актуалност

XXI век е век, в който достъпът до интернет пространството е по-свободен, откогато и да е било. Технологиите изключително бързо се превръщат в неизменна част от всекидневния ни живот и намират приложение в редица сфери. Областта на образованието не прави изключение. Бързите темпове на развитие на дигиталните технологии водят до нуждата от промени в учебните програми, които да позволят подготвянето на висококвалифицирани специалисти.

Темата за безопасно използване на интернет от подрастващите е ключова в учебните програми по компютърно моделиране, компютърно моделиране и информационни технологии и информационни технологии. Тя е част от съвременната дигитална култура. „Необходимо е да се достигне до възприятата на децата и осъзнаването на значимостта на темата. Децата трябва да познават опасностите, които ги грозят, използвайки различни услуги в интернет, включително електронна поща и социални мрежи. Важно е да се формират умения за идентифициране и предпазване от опасностите в интернет пространството“. (Дурева-Тупарова & Механджийска, 2018)

Използването на образователни игри е обещаващ подход, благодарение на способността на игрите да обучават и изграждат не само знания, но и важни умения – умения за решаване на проблеми, комуникационни умения и умения за работа в екип (Darina Dicheva, 2015). Пиаже (Piaget, 1970) отбелязва, че игрите не само помагат на учениците да развият своите технически умения, но и да развият своето въображение. Водени от гореизложеното, възниква въпросът дали и по какъв начин използването на образователни компютърни игри в обучението ще допринесе за развиване на дигитални и математически компетентности в учениците.

Развитието на математически компетентности е от изключителна важност от хилядолетия насам. Те намират приложение както в ежедневието, така и в редица сфери от живота. Традиционното обучение по математика, в повечето случаи, се свежда до запаметяване на формули, теореми и зависимости и решаване на практически задачи, поясняващи дадени математически процедури. Този тип обучение води до придобиване на отлични умения за пресмятане, но не до чак толкова „силни умения за концептуално разбиране на математическите проблеми и самата математика“. (McGehee, 2021)

Математическите компетентности играят важна роля в развитието на логическо мислене, решаване на проблеми и прилагане на знания в различни области. Те се формират и развиват в процеса на обучение по математика,

компютърно моделиране и информационни технологии, физика и други предмети, които са част от точните науки. Учениците, обучаващи се в България, започват изучаването на математика още от първи клас, а действащите държавни стандарти и учебни програми регламентират изучавания материал и уменията, които следва да се придобият с всеки завършен клас. (Министерство на образованието и науката)

Параметри на изследването

Параметрите на изследването са дефинирани съгласно (Теория и методология на обучението по естествени науки и математика, 2002), (Бижков, Дипломната работа не е лесна, но с компютър и интернет ..., 2002) и (Бижков & Краевски, 1995).

Тема на изследването: Формиране на дигитални и математически компетентности чрез образователни компютърни игри;

Обект на изследването: Математически и дигитални компетентности, свързани с безопасност в интернет и създаване на съдържание в среда за блоково програмиране на ученици от 5. клас в СУИЧЕ „Свети Климент Охридски“, Благоевград

Предмет на изследването: Формиране на математически и дигитални компетентности у ученици от 5. клас в СУИЧЕ „Свети Климент Охридски“, Благоевград, чрез използване на образователни компютърни игри в часове по Компютърно моделиране и информационни технологии

Цел

- Да се изследват възможности за формиране на математически и дигитални компетентности у учениците от 5. клас чрез образователни компютърни игри по темите безопасност в интернет и създаване на съдържание в среда за блоково програмиране.

Задачи:

1. Да се направи:
 - i. преглед на актуална литература по темата
 - ii. анализ на понятията „компетентности“ и „видове компетентности“
 - iii. проучване на изследвания, свързани с игрово-базираното обучение и влиянието му върху формирането на дигитални и математически компетентности.
2. Да се създаде модел за прилагане на игрово-базирано обучение по КМИТ, насочен към развитие на дигитални и математически компетентности, подходящи за целевата група (ученици от 5. клас).
3. Да се апробира разработеният модел като:
 - i. се определят етапите на емпиричното изследване
 - ii. се проведе емпирично изследване с използване на разработения модел

iii.се направи статистически анализ на резултатите от емпиричното изследване.

Хипотеза:

Използването на образователни компютърни игри в обучението по темите „Безопасен интернет“ и създаване на дигитално съдържание в среда за блоково програмиране в часовете по КМИТ в 5. клас ще доведе до по-високи и трайни дигитални и математически компетентности

Изследователски методи:

- Обзор и анализ на литература, свързана с предмета на изследване
- Емпирично педагогическо изследване: констатиращо, формиращо и заключително.
- Методи за събиране на емпиричен материал: наблюдение, тестване, анкета, интервю.
- Статистически методи за обработка и анализ на емпиричния материал.
- Експертно оценяване на разработените образователни компютърни игри по темата „Безопасен интернет“.

Етапи:

1. Проучване на актуална литература, свързана с предмета на изследване.
2. Разработване на система от задачи и игри по компютърно моделиране и информационни технологии за развитие на математически и дигитални компетентности.
3. Провеждане на констатиращ експеримент за установяване на дигитални и математически компетентности на учениците в 5. клас:
 - Създаване на инструментариум за установяване нивото на дигитални и математически компетентности
 - Установяване на входно ниво
 - Определяне на експериментална и контролна група
 - Статистическа обработка и анализ на резултатите от констатиращия експеримент.
4. Формиращ експеримент:
 - Експертно оценяване на разработената система от игри на тема „Безопасен интернет“
 - Определяне на критерии и показатели за достигнато ниво на дигитални и математически компетентности, съгласно учебните програми по компютърно моделиране и информационни технологии;
 - Провеждане на експериментално обучение с ученици от 5. клас по компютърно моделиране и информационни технологии;

- Проследяване постиженията на учениците в хода на експеримента.
5. **Заключителен експеримент:**
- Проверка на изходното ниво за постигнати дигитални и математически компетентности
 - Анкетно проучване и интервюта за отношението на учениците към прилагането на игрово базиран модел на обучение.

Структура на дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран в съответствие с поставените задачи. Състои се от увод, четири глави, заключение, библиография, приложения, списъци на фигури и таблици.

В първа глава е разгледана терминологията, свързана с изследването, представена е същността на математическите и дигиталните компетентности. Представен е литературен обзор, свързан със значението на понятията игра, сериозна игра и игровизация. Разгледано е значението на използването на междупредметни връзки в обучението. Представени са свързани предходни изследвания.

Във втора глава е представено обучението по компютърно моделиране и информационни технологии в исторически план. Направен е анализ на учебните програми по КМИТ и математика за начален и прогимназиален етап. Представен е списък на реализираните задачи в учебниците по КМИТ, развиващи дигитални и математически компетентности, както и списък на използваните интерактивни приложения в обобщена Тема 2. Интернет от учебната програма за 5. клас в електронно четими учебници.

В трета глава е предложен модел за развитие на дигитални и математически компетентности, насочен към използване на различни форми на игрово-базирано обучение, методи за обучение, система от задачи и междупредметни връзки по темите „Безопасен интернет“ и „Компютърно моделиране“.

Емпиричното изследване и анализът на данните от него са описани в четвърта глава.

В заключението се дискутират основни изводи от изследването.

ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР И ОСНОВЕН ПОНЯТИЕН АПАРАТ

1.1 Компетентност и компетенции

В практиката често се забелязват затруднения в разграничаването на понятията „компетентност“ и „компетенции“. В научната литература съществуват разногласия кое название на термина е по-правилно. В редица статии съществува взаимна заменяемост между двете, но в семантиката им съществуват различия. Редица автори разглеждат компетентността като по-общо понятие, което включва в себе си определени компетенции. (Иванова, Илиева, & Петрова, 2014)

В английския език често се използва една и съща дума за двете понятия – competence (в редки случаи, в разговорната реч се използва и competency).

Според (Carretero Gomez , Vuorikari, & Punie, 2017), цитирани по (Иванова, Илиева, & Петрова, 2014) в европейската квалификационна рамка, определят компетентността като умение за използване на знания в различни ситуации в личен, работен или учебен контекст. В рамката, способностите се разглеждат спрямо възможността за проявяване на отговорност и самостоятелност. Във времето, значението на терминът се размива, поради честото му използване като синоним на „компетентност“, но без да се посочва значение на термина. Това води до усещането, че двата термина могат да се възприемат като взаимно заменяеми. (Wong, 2020), (Чавдарова-Костова, 2022)

Част от различните дефиниции за компетенция са:

- Американският психолог Дейвид МакКлиланд налага термина като способ за предсказване представянето при извършване на задача. (Wong, 2020) (McClelland, 1973)
- Клемп определя компетенцията като определяща черта от човешкия характер, която дава отражение в качествено реализиране на задачи. (Klemp, 1980) (Chouhan & Srivastava, 2014)
- Авторите (Spencer & Spencer, 1993) описват компетенцията като умения и способности, които се придобиват чрез работа, учение или в живота.

Понятието компетентност произлиза от латински език (лат. competere, съответствие, подхождане; от английски език – competence се превежда като „способност, дарба“).

Аналогично на дефиницията на понятието „компетенция“, съществуват различни дефиниции на понятието „компетентност“. Част от тях са:

- Ниш (Niss, 2002) дефинира компетентността като притежание на компетенция в сфера от личния, професионалния или социалния живот, която трябва да се развие и усъвършенства в основните аспекти на дадената област.
- Компетентността се разглежда като „подход, включващ знания, отношения и поведения, процедурни и когнитивни умения“. (Brett, Mompoin-Gaillard, & Salema, 2009) (Чавдарова-Костова, 2022)

В образователен аспект, компетентността може да се разглежда като способността да се използват знания, умения и нагласи в различни ситуации с образователен характер, като личното и социалното развитие също са свързани и оказват влияние. Може да се отнася до различни области, в това число езикова, математическа, дигитална, културна и др., а оценяването се осъществява чрез редица методи – тестове, проекти, викторини и др. (Министерство на образованието и науката, 2019) (Василева, н.д.) (Институт за човешки ресурси, 2022)

1.2. Дигитални компетентности

Част от 8-те ключови компетентности за учене през целия живот са „цифрови/дигитални компетентности“. Дигиталните компетентности са ключови за развитието и добро реализиране в живота.

В исторически план, терминът „дигитални компетентности“ е предшестван от „дигитална грамотност“, въведен за първи път от Пол Гилстър през 1997 година в книгата „Дигитална грамотност“. (Falloon, 2020)

Дигиталните компетентности биват дефинирани като съвкупност от умения да се използват технологии, с цел оптимизиране и автоматизиране на ежедневиия живот. Внедряването им трябва да бъде уверено и отговорно с цел работа, забавление и обучение. (Zhao, Llorente, & Gomez, 2021)

През 2018 година Европейската комисия издава нова версия, допълнение към Digital competences framework 2.0 – Рамка за дигитални компетентности за граждани с 8 нива на владеене и примери за употреба (DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use). (Савова, 2018)

1.3. Математически компетентности

Математическите компетентности играят важна роля в развитието на логическо мислене, решаване на проблеми и прилагане на знания в различни области. Министерство на образованието и наука дефинира математическата компетентност, като компетентност, която включва познаване на числата, мерките и структурите на основните действия и основните начини на изразяване и аргументиране, придружавана от умения за математическо разсъждение и за прилагане на основните математически принципи и процедури. В допълнение, математическата компетентност изисква откриване на причините и оценяване на тяхната валидност, както и отвореност към креативност и иновации. (Министерство на образованието и науката), (Петрова, 2021)

В „Компетентностите и референтните рамки“, математическите компетентности се определят като способността за развитие и приложение на математическо мислене при решаване на разнообразни проблеми в ситуации от ежедневиия живот, за използване на математически начини на мислене и представяне (формули, модели, концепции, графики и диаграми) (МОН).

Изграждането и развиването на математически компетентности е сложен и дълъг многокомпонентен процес. Уменията могат да бъдат изградени както в редовните часове по математика, така и в часовете по други предмети като компютърно моделиране, физика, химия и др.

В *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danis KOM project*, (Niss, 2002) Ниш описва математическите компетенции като сложен процес, в който участват измерими умения, които нарича компетенции. Допълва, че математическите компетентности може да бъдат дефинирани и като способността да се разбира, преценява и използва

математика в различен вътрешно и външно математически контекст, както и в ситуации, в които математиката играе важна роля. Той разграничава 8 основни когнитивни математически умения, дефинирани в две групи. (Giovannina Albano, 2014)

В дефинициите на Министерството на образованието и науката, Ниш, Литнър и колектив, математическите компетентности се разглеждат в контекста на точните науки, докато в Европейската рамка за изграждане на основни компетентности за учене през целия живот в европейските училища се разглежда като умение, което може да бъде прилагано в ежедневието. Във всички изброени дефиниции за математически компетентности не присъства думата „разбиране“. Една от възможните причини за това е фактът, че терминът „разбиране“ е всеобхватен и труден за точно дефиниране.

1.4. Игра

Пиаже отбелязва, че игрите помагат на учениците да развият своите технически умения, но и да развият своето въображение. Освен това стимулират учениците да взимат активна роля в учебния процес, което от своя страна подсилва активното учене, експерименталното учене, както и проблемно базираното обучение. (Piaget, 1970) Проучвания (Groff, McCall, Darvasi, & Gilbert, 2016) (Romine, 2004) (Taratori & Kougiourouki, 2011) (Papadakis, 2018), направени по темата посочват, че използването на игри и игрови елементи по време на учебни занятия повишава позитивната атмосфера в класа и между съучениците.

В научната литература се открояват много и различни дефиниции за това какво представлява играта. Част от тях са разгледани от Ерик Бърнс в „Игрите, които играят хората“ (Ерик Бърн, 2022) и Милтенов (Miltenoff)

В дефинициите се забелязват сходни черти. Значителна част от тях създават връзка между игра и доброволна дейност, което води до забавление и удоволствие, включващо правила. Различното приложение на игрите, налага и въвеждането на различни термини съгласно тяхното предназначение и степен на използване.

1.5. Сериозни и образователни игри

Игрите, които са създадени с цел, различна от забавление, биват наричани „сериозни игри“.

През 1970 г. Кларк Абт за първи път използва терминът „сериозни игри“. За Абт, сериозните игри не се използват с цел забавление, а имат „изрично заявена и внимателно обмислена цел“. (Терзиева, Голев, & Ставрев, 2017)

Зида описва сериозните игри като интелектуално състезание, играно с компютър, спазвайки конкретни правила. Елементът на забавление води до „...управление на фирмено обучение, образование, здравеопазване ...“. (Michael, 2005), цитирано по (Терзиева, Голев, & Ставрев, 2017).

„Образователните компютърни игри са игри, които са насочени към конкретно учебно съдържание, решаване на дидактически задачи – играещият

да усвои нови знания, умения, проверка, оценка, както и затвърждаване на знания и умения, използвайки компютър. Притежават характеристиките и елементите на компютърните игри. Игрите са създадени с образователна цел, но в същото време запазват своя „забавен характер.““ (Дурева & Касева, 2011) Можем да разглеждаме ОКИ като подмножество на сериозните игри.

1.6. Игровизация

Разглеждайки терминологията, несъмнено, възниква въпросът дали всяка активност, която има забавен характер, примесен с образователни цели и съревнование е образователна игра/игра. Използването на игрови елементи (механики) в различни аспекти и сфери (образование, психология, бизнес и др.), които имат за цел да мотивират и задържат вниманието на потребителя, най-общо, се нарича игровизация и води до повишаване на мотивацията и приятни преживявания. В голяма част от определенията се среща теорията, че „чрез игровизацията се повишава мотивацията/създава по-вълнуващи преживявания“, както и „игровизацията решава проблеми“. Терминът произлиза от английската дума „gamification“ и няма точен български аналог. В нашата литература „... се използват неологизмите „геймификация“ и „игровизация“,“ (Стоянова, Тупарова, & Самарджиев, 2018)

1.7. Игровизация в образованието

Игровизацията е концепция, която може да бъде внедрена във всяка една сфера от човешкия живот, превръщайки обикновените задачи или проблеми в незабравими емоции. Една от основните причини, игровизацията да бъде толкова използвана е нейната мотивираща и ангажираща същност, комбинирана с приятни преживявания. Съдейства за развиването и повишаването нивото на креативност, логическо мислене и ангажираност на потребителите.

Използването на игровизация (gamification) помага за отключването на таланти и възможности, както и интереси към дадена сфера. Възможно е, концепцията за игровизация да помогне в намирането на баланса, а дори и да се окаже основен ресурс за повишаване мотивацията, интереса и знанията на обучаемите. Хуанг и Соман дефинират пет стъпки (Wendy Hsin-Yuan Huang and Dilip Soman, 2013), чрез които да се осъществи ефективна игровизация в учебния процес.

Използването на игровизация в образованието е процес, чийто резултат е възможно да варира в зависимост от учениците, при които се прилага.

1.8. Свързани предходни изследвания

Темата за развиване на дигитални и математически компетентности в различни аспекти и чрез различни подходи е засегната в проучванията на различни български и чуждестранни автори. Авторите разглеждат развитието на конкретни математически или дигитални умения, чрез информационни технологии и информатика. Например в дисертационните трудове: (Касева, 2015) разглежда възможностите за развитие на алгоритмични умения на

учениците от 2. клас чрез информационни технологии; В работата (Ангелов, 2018) се проучва прилагането на компетентностен модел за развитие на изчислителното мислене на учениците; в (Табакова-Комсалова, 2018) се анализира формирането на алгоритмично мислене у учениците в началното училище и прогимназията чрез обучението по информатика и информационни технологии; В работата (Стоянова, 2018) е разгледано приложението на информационните технологии в обучението по математика в гимназиална степен на средното училище.

Често се наблюдават психологически и образователни затруднения в учениците, преминавайки от начален в прогимназиален етап. Причините могат да бъдат породени от работата с по-голям набор от учители, различните изисквания и методи на преподаване, които имат те; повята на нови учебни дисциплини; повишения обем учебен материал; смяна на училище и дори навлизане в пубертет, както и други индивидуални или групови фактори.

В обучението по математика и компютърно моделиране и информационни технологии (КМИТ) в 5. клас също е възможно да се наблюдава демотивация и затруднения, породени от появата на по-обемен учебен материал и др. Използването на игровизация и образователни компютърни игри влияе положително върху нивото на заинтересованост на учениците и могат да бъдат успешно внедрени за справяне с описаните затруднения в 5. клас.

Изводи към първа глава

Теоретичният апарат е добре разработен, поради прилагането му в различни образователни степени, но преди всичко в начален етап на обучение в (Касева, 2015). Налице са добри практики и анализи за използване на игрово-базирано обучение. За нуждите на обучението на целевата група (ученици от 5. клас, изучаващи КМИТ) в областта на изследването (Формиране на дигитални и математически компетентности чрез образователни компютърни игри) не бяха открити разработки.

Дигиталните технологии са неизменна част от ежедневието на хората в днешно време. От ключово значение в живота е развитието на умения за правилно и оптимално използване на дигитални устройства. Дигитални компетентности (съвкупност от умения да се използват технологии, с цел оптимизиране и автоматизиране на ежедневието) и математически компетентности (разбиране и използване математика в различен контекст и ситуации от реалния живот) се изграждат както контролирано в учебно заведение, така и неконтролирано – в ежедневието. Нивото на владеене на компетенции може да бъде повишено:

- В хода на учебния процес, без използване на допълнителни методи;
- Чрез решаване на задачи с практическа насоченост;
- Чрез реализиране на междупредметни връзки;
- Чрез използване на игрово-базирано обучение.

ГЛАВА II. ОБУЧЕНИЕТО ПО МАТЕМАТИКА, КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ И КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ И ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ

1.1. Обучението по компютърно моделиране и компютърно моделиране и информационно технологии в исторически план

В България през 60-те години на миналия век за първи път се въвеждат предметите „Програмиране“ и „Числени методи“ в така наречените „математически паралелки“.

През 1979г., под ръководството на акад. Бл. Сендов, Проблемната група по образование (ПГО) към Българска академия на науките дава началото на експериментално обучение по информатика. Провежда се в 27 училища и се осъществява чрез изучаване на езика ЛОГО (Дурева - Тупарова, 2003).

През учебната 1986-1987 година, (Гъров, 2000) (Дурева - Тупарова, 2003) учениците от X и XI клас за първи път започват да изучават учебната дисциплина „Информатика“ с хорариум от 2 учебни часа, което превръща България в една от първите страни, въвели учебния предмет. Първият информационно-изчислителен център в средно училище, се открива през 1983 година в Математическа гимназия „Академик Кирил Попов“, гр. Пловдив.

Следващата по-съществена промяна е през 1994 година. Учениците от 9. и 10. клас започват изучаването на нов учебен предмет – „Информационни технологии“ (ИТ). Едва през 2006 година се въвежда и за учениците от прогимназиален етап (5.-7. клас), като за целта е създадена Национална стратегия за въвеждане на Информационни и комуникационни технологии (ИКТ) в българските училища. В първата учебна година на изучаване на информационни технологии, учениците са изучавали 3 или 4 от следните 8 модула (типични учебни програми) (Дурева - Тупарова, 2003): Операционни системи с текстов интерфейс; Текстобработка; Електронни таблици; Базис от данни; Компютърна графика (проектиране); Информационни технологии за математически изследвания; Графичен потребителски интерфейс MS WINDOWS; “Интернет за начинаещи” и “Интернет за напреднали”.

През учебната 2018-2019 година за първи път се въвежда предметът „Компютърно моделиране“ за учениците от 3. и 4. клас с хорариум от един час седмично (базирано на въведения през 2016 година – Закон за предучилищното и училищното образование (ЗПУО)). В учебната програма са заложили базисни компетентности за дигитални устройства, безопасна работа с интернет, представяне на информация в дигитални устройства и работа с информация, както и визуално програмиране (Scratch, Mblock, Kodu и др.).

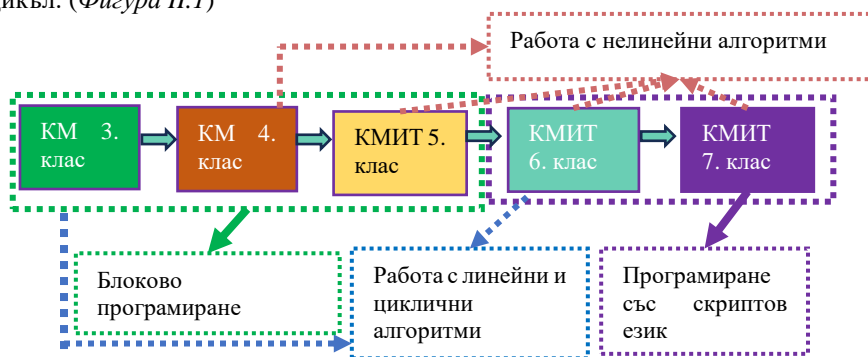
От учебната 2021-2022 година поетапно се въвежда предметът „Компютърно моделиране и информационни технологии“ за учениците в прогимназиален етап с хорариум от един час и половина. Предметът следва да бъде естествено продължение на „Компютърно моделиране“. При така

създадения план за въвеждане на предмета, до учебната 2023-2024 година всички ученици от прогимназиален етап ще изучават „Компютърно моделиране и информационни технологии“.

С така реализираните промени, се създава логически плавен преход и надграждане на компетентностите на учениците от 3. до 7. клас в сферата на компютърното моделиране (програмиране). Единствено учениците в паралелки с профилирано обучение с интензивно изучаване на чужд език с профил „Математически“, „Софтуерни и хардуерни науки“, „Икономическо развитие“ или „Природни науки“ съгласно Наредба №5 (ЦИОО-МОН, 2015) могат да продължат да развиват своите компетентности по програмиране в училище.

2.2. Учебни програми по компютърно моделиране, компютърно моделиране и информационни технологии

В учебните програми за всеки един от класовете са описани съответните дигитални компетентности като очаквани резултати от обучението. Учениците от 3. клас започват своето обучение по „Компютърно моделиране“ с теми, свързани с работа с дигитални устройства – включване и изключване. Темите, подпомагащи математическо и алгоритмично мислене са заложили в края на първи срок. (МОН, 2018) Работа с променливи и разклонен алгоритъм се въвежда в 4. клас, като се надграждат и компетентностите за безопасна работа в интернет пространството (МОН, 2018). Обучението за работа във визуална среда за програмиране продължава и в 5. клас, когато учениците усвояват компетентности за построяване на алгоритъм за анимиране, използвайки собствени блокове. (МОН, 2020) Скриптов текст език за програмиране се въвежда в 6. клас. Учениците трябва да умеят да разглеждат и съставят линейни, циклични и разклонени алгоритми, както и да представят анимации със средствата на скриптов език. (МОН, 2020) Компетенциите им се надграждат в 7. клас с различаване на типове данни, определяне типа на данни, съобразно посочени изисквания, приложение на подходящи оператори за цикъл. (Фигура II.1)



Фигура II.1 Схема на училищното образование по КМ и КМИТ

2.3. Учебна програма по математика и възможност за реализиране на междупредметни връзки

Предметът математика е общообразователен и се изучава от 1. до 12. клас, като се забелязва намаляване на хорариума след завършване на прогимназиален етап в паралелките, които не са с математически профил. В Таблица II.1 е представено разпределението на седмичния и годишния хорариум по математика (общообразователен предмет) за 1-12. клас.

Таблица II.1 Седмичен и годишен хорариум по предмета математика (задължителен общообразователен предмет) за ученици от I до XII клас

Етап	Клас	Седмичен хорариум	Годишен хорариум
Начален	I	4 ч.	128 ч.
Начален	II - III	3,5 ч.	112 ч.
Начален	IV	4 ч.	136 ч.
Прогимназиален	V - VII	3 ч.	108 ч.
I гимназиален	VIII - IX	3 ч.	108 ч.
I гимназиален	X	2 ч.	72 ч.
II гимназиален	XI	2 ч.	72 ч.
II гимназиален	XII	2 ч.	62 ч.

В държавния образователен стандарт са разгледани очакваните резултати от обучението, групирани в следните области: Числа; Фигури и тела; Функции и измерване; Логически знания; Елементи от вероятности и статистика; Моделиране (Министерство на образованието и науката, 2015)

Преходът от IV към V клас често е съпътстван с голям набор от промени за учениците. От голямо значение е доброто овладяване на нужните знания по математика в четвърти клас. От изученото в 4. клас, учениците следва да познават и сравняват многоцифрените числа с разредност милиард; представят изучените числа като сбор от единици от различни редове и класове; чертаят окръжност с пергел и ъгъл по зададена мерна единица; познават мерните единици за лице и техните означения; делят многоцифрени числа с едноцифрено число; умножават многоцифрено число с двуцифрено и др.

В учебната програма по математика за 5. клас се разглеждат действия с дробни числа и числови изрази; надграждат се познанията за геометричните фигури триъгълник и четириъгълник; въвеждат се куб и паралелепипед и логически изрази. Посочени са съответните компетентности, очаквани като резултати от обучението на ученика. Включват – прилагане на признаци за делимост на 2, 3 и 5; намиране на ОД/НОД; извършване действия с правилни и неправилни дроби, намиране на разстояние между две точки и др. (МОН, 2021)

Учениците от 6. клас се запознават с множеството на рационалните числа, въвежда се действие степенуване, работа с пропорции, както и множества, надграждат се знанията, свързани с уравнения и геометрични фигури, чрез

изучаването на правилна пирамида, прав кръгов цилиндър, прав кръгов конус, сфера и кълбо. (МОН, 2021)

За седмокласниците в област на компетентност „Числа“ е предвидено изучаване на – многочлени и действия с многочлени; формули за съкратено умножение (ФСУ); действия с рационални изрази; решаване на модулни уравнения. В област „Фигури и тела“ е заложено работа с ъгли – построяване, измерване, сравняване и определяне на вид; откриване на еднакви триъгълници; прилагане на правилата за равнобедрен триъгълник, медиана към хипотенуза в правоъгълен триъгълник; разпознаване елементите на успоредник. (МОН, 2021)

Позовавайки се на Безуркова, Николова (Николова Е. , 2019), описва педагогическата интеграция като най-висшата форма на изразяване на единство на цели, принципи, съдържание, форми на организация на процеса на обучение и образование. Тя позволява избягване на повторения в предметите, което осигурява на обучаемите допълнително време за изследване на нови области. Междупредметните връзки допринасят по-задълбочено изучаване на понятия, изграждане и развиване на компетентности. Пасивната им роля е практичното приложение на конкретни умения, както и логическата свързаност на един учебен предмет с друг. Могат да доведат до повишаване мотивацията на учениците.

Едно от съществените условия за успешно реализиране на междупредметни връзки е наличието на синхронизирани учебни програми (математика и компютърно моделиране и информационни технологии). Необходимо е ясно формулиране на целите и задачите на урока, връзките между понятията, темите и проблемите в двата предмета. (Николова Е. , 2019) За дадена тема от една предметна област може да се реализират междупредметни връзки с няколко и различни теми или предмети. Например за тема *5.1. Създаване на графични изображения с изучаван език за блоково програмиране* от учебната програма за КМИТ – 5. Клас може да се реализират междупредметни връзки с тема *Основни геометрични фигури* от учебната програма по Математика 5. клас. Обратната релация между предметите и темите не винаги е реализуема. В Таблица П.2 са показани възможностите за реализиране на предметни връзки в обучението по КМИТ с обучението по математика, където с „*“ е посочена ситуация, в която текстът, съдържа информация от съответната математическа област. Използването им може да бъде видно (в самото условие на задачата) и косвено.

Таблица II.2 Възможности за междупредметни връзки между математика и компютърно моделиране и информационни технологии (5. клас ЗП)

кмит Математика	Делимост	Обикновени дроби	Десетични дроби	Основни геометрични фигури	Геометрични тела
1. Компютърна система и информационни технологии			+		
2.4. Търсене на информация в интернет	+	+	+	+	+
3.1. Работа със звукова и видео информация	+	+	+	+	+
4.3 Инструменти за изчертаване и рисуване със свободна ръка				+	+
5.1. Създаване на графични изображения с изучаван език за блоково програмиране				+	+
5.2. Създаване и използване на собствени блокове или подпрограми	+	+	+	+	+
5.3. Създаване на образователен проект със средствата на изучаван език за блоково програмиране	+	+	+	+	+
6.1. Основни понятия и правила при компютърна обработка на текстове. Зареждане, редактиране и съхраняване на текстов документ	*	*	*	*	*
6.2. Въвеждане и редактиране на текст на български и чужд език	+	+	+	+	+
6.3. Форматиране на текст на ниво символи и на ниво абзац					
7.1. Електронни таблици – предназначение, основни елементи, експериментиране с данни		+			+
7.2. Диаграми	+	+	+	+	
7.3. Характеристики на оформлението на клетките и данните		+	+		
8. Създаване на компютърна презентация	+	+	+	+	+

Одобрени са общо 13 учебника по Компютърно моделиране и информационни технологии. Различните авторски колективи са 13 на брой, издателствата – 10. (Министество на образованието и науката, 2022) .

Основната тема Компютърно моделиране е разделена на 3 обобщени теми в учебната програма по КМИТ за 5. клас.

- 5.1. Създаване на графични изображения с изучаван език за програмиране
- 5.2. Създаване и използване на собствени блокове и подпрограми
- 5.3. Създаване на образователен проект със средствата на изучаван език за блоково програмиране

Най-голям общ брой (18) и разделени по теми задачи, развиващи както дигитални, така и математически компетентности са представени в (Ангелов, Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, & Стоянова, 2022 а), а най-малък – 2 в (Плешкова-Бекярска, Манолова, & Христова, 2022). Средният брой задачи, реализирани в единица обобщена тема е 2.5, което може да се разглежда като незадоволително. Масово са реализирани между 2 и 4 задачи в тема от учебната програма. Изключение прави учебникът (Ангелов, Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, & Стоянова, 2022 а), в който броя реализирани задачи са 7, 5 и 6 за съответно за теми.5.1, 5.2 и 5.3 от учебната програма.

Поради факта, че програмирането в Scratch изисква позиционирането на герой в координатна система, във всички учебници компетентността е застъпена и се осъществява пропедевтика на тема Рационални числа, 6. клас.

В общ план, най-много задачи, развиващи и математически компетентности (МК) са реализирани в тема 5.1. Създаване на графични изображения с изучаван език за програмиране. Наблюдават се два типа задачи, чрез които се развиват МК – Чертае триъгълник, квадрат, правоъгълник, успоредник:

Математическите компетентности, които се развиват в Тема 5.2. са чертаене на триъгълник, квадрат, правоъгълник, успоредник. Авторите (Ангелов, Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, & Стоянова, 2022 а) единствени добавят задача, развиваща и умения за прилагане понятието обикновена дроб и понятията, свързани с него (числител и знаменател, правилна и неправилна дроб). Най-малък общ брой задачи, развиващи МК е в Тема 5.3. Създаване на образователен проект със средствата на изучаван език за блоково програмиране. Авторите на учебниците, в които има най-малко реализирани връзки с математика в темата, са наблегнали на задачи, рефлектиращи върху учебното съдържание по география, биология и история, както и теми, свързани с рециклиране.

По време на извършване на анализа е налице достъп до електронните платформи и допълнителни ресурси на издателства „Просвета“ и „Клет България“.

Електронната платформа e-prosveta.bg предоставя възможност за работа с електронна версия на съответен учебник, както и интерактивни приложения (задачи) към съответни уроци. Авторските колективи са два, а използваните типове интерактивни елементи са: Речник; Попълване на пропуснати думи; Въпроси с множествен избор; Въпроси с квадратче за отметка; Въпроси от тип „Да-Не“; Подреждане на елементи в последователност; Свързване; Попълване на пропуснати думи; Разпознаване на елементи; Въпроси от тип „Вярно или грешно“; Сортиране.

В (Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, Стоянова, & Ангелов, 2022) са реализирани общо 18 интерактивни задачи от 8 различни типа в раздел Интернет. Авторите (Николова, и др., 2022) са подготвили 5 интеракции от 3 различни типа в раздел Интернет.

Издателство „Клет-България“ съвместно с мобилния оператор Yettel и Българския център за безопасен интернет предоставят достъп до специално разработени уроци на тема Безопасен интернет, чрез платформа izzi. Уроците, включващи интерактивни задачи и видеа, са предназначени за ученици от 1. до 4. клас, разделени, както следва – I клас – „Разпознаване на емоциите и вредното съдържание в интернет“; II клас – „НЕТИКЕТ: Правила за комуникация и поведение в Интернет“; III клас – „Онлайн и офлайн баланс“; IV клас – „Онлайн тормоз между връстници“.

Изводи към втора глава

Развитието на дигиталните технологии е с изключително бързи темпове. Това води до наложителни промени в учебните програми и въвеждане на нов учебен предмет в прогимназиален етап (5. клас) – Компютърно моделиране и информационни технологии (КМИТ), който се определя като естествено продължение на предмета Компютърно моделиране (КМ). Министерство на образованието и науката е одобрило 13 учебника по предмета, които може да бъдат използвани в българските училища. В главата са разгледани реализираните задачи в учебниците, които развиват математически компетентности в тема Компютърно моделиране. За немалка част от учебниците е необходимо авторите да обърнат внимание и да увеличат броя задачи, развиващи МК.

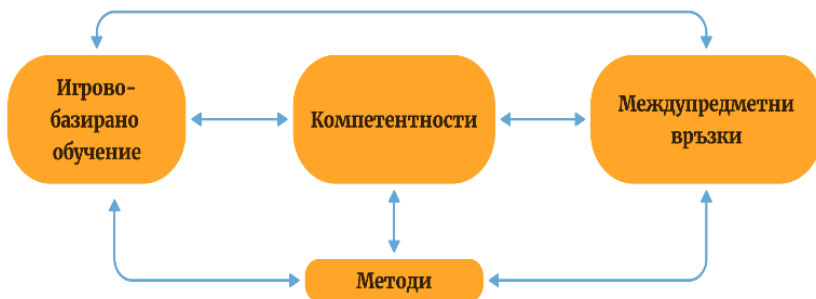
В новия предмет КМИТ е въведена Тема 5. Компютърно моделиране с 3 обобщаващи теми, които създават благоприятни възможности за реализиране на междупредметни връзки с учебното съдържание по Математика под формата на задачи, проекти и др. Остава въпросът дали наистина позиционирането на темата „Компютърно моделиране“ като пета тема, а не на по-предна позиция, превръща предмета като „естествено продължение“ на Компютърното моделиране.

ГЛАВА III. МОДЕЛИ ЗА РАЗВИТИЕ НА ДИГИТАЛНИ И МАТЕМАТИЧЕСКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ

3.1. Описание на модела

3.1.1. Обща схема на модела

На Фигура III.1 е представена обща схема на модела за развитие на дигитални и математически компетентности.



Фигура III.1 Модел за развитие на дигитални и математически компетентности

В основата на модела са игрите, двупосочно свързани с останалите елементи. За създаването и внедряването на игри е необходимо добро познание на различните методи, които може да се използват, за да се развият съответни компетентности в повече от една сфера (чрез реализиране на междупредметни връзки).

3.1.2. Реализация на модела

За реализирането на модела и създаването на игри е избран блоковият език за програмиране Scratch и съответната среда за програмиране към него.

Предложените игри и задачи по компютърно моделиране и информационни технологии са използвани по време на редовни часове по КМИТ (блокови за раздел Компютърно моделиране). Реализирани са с два випуска ученици от 5. клас в рамките на две учебни години, които са изучавали КМ в 3. и 4. клас.

Предварително разработените игри са на тема „Безопасен интернет и са създадени с лицензирана версия на Adobe Captivate. (Фигура III.2, Фигура III.3 и Фигура III.4). В част от примерните игри и задачи се използва библиотека „Молив“, която е позната на учениците от изучения материал в 3. клас по КМ.

Безопасно в интернет

Ситуация 1 - Електронна поща



- Получаваш писмо, в което пише, че подателят е твоето училище. В писмото ти пише, че трябва да обновиш твоите лични данни в базата на от данни. Към писмото има прикачен файл, който трябва да изтеглиш, попълниш с твоите данни и изпратиш обратно. Какво ще направиш?
- 1. Ще свалиш файла.
- 2. Ще отговориш на съобщението и ще ги попиташ защо се налага това обновяване.
- 3. Ще направим екрани снимка на съобщението и ще информираш твоето училище, че се разпространява подобно съобщение.



Постановка на казус 1

Безопасно в интернет



Браво, ти постъпи добре!
Това писмо бе изпратено с цел да открием твоите лични данни.



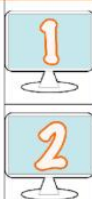
Ако забележиш фалшиво писмо, добре е да се свържеш с представител на училището, за да споделиш.

Обратна връзка

Безопасно в интернет



- Ситуация 3 - Електронна поща
- Изпратили сте личните данни на посочения имейл. След месец разбирате, че това е била измама и са откраднали личните данни. Какво ще посъветваш родителите си?
- 1. Ще ги посъветваш да подадат сигнал към полицията / ГДБОП.
- 2. Ще ги посъветваш да забравят за случилото се.



Постановка на казус 3

Фигура III.2 Екрани снимки от интерфейс на Задача 1



Начало на играта



Указания



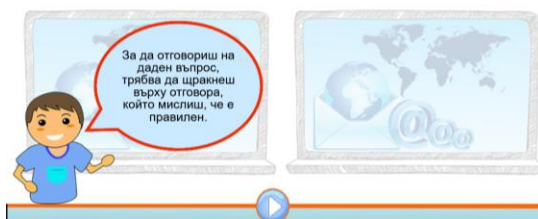
Постановка на въпрос 3

Фигура III.3 Екранни снимки от интерфейса на Задача 2



Начало на играта

Да спасим Поли



Указания



Постановка на въпрос 3

Фигура III.4 Екранни снимки от интерфейс на Задача 3

3.1.3. Набор от задачи

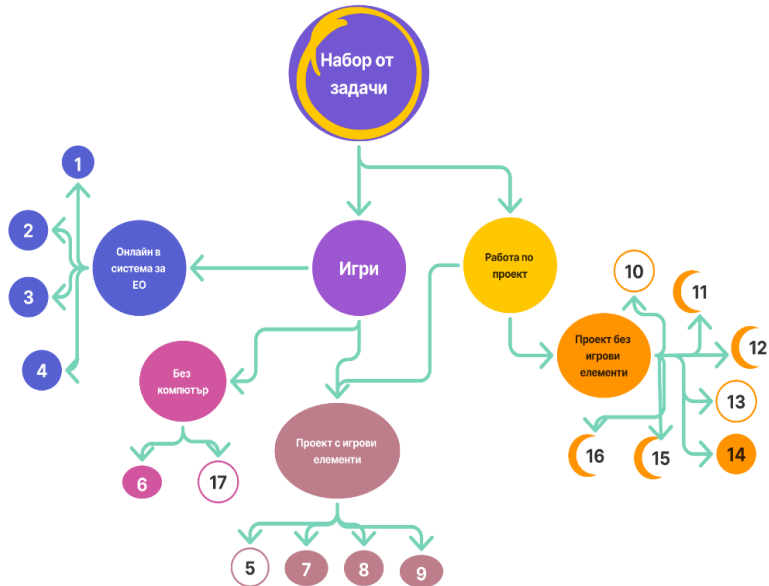
За запазване интереса и повишаване нивото на мотивираност на учениците е от значение предоставянето на възможност за решаване на задачи от различен тип. Обучаващите се успяват бързо да изградят навик и загубят интерес към типове задачи, които вече са решавали няколко пъти. Ето защо е важно учителят да поддържа нивото на заинтригуваност и ангажираност.

Използването на разнообразни методи, средства и набор от задачи е добра предпоставка за запазване интереса на ученика по време на учебния процес. Поради тази причина, в предложението набор от задачи са включени задачи, свързани със създаване или използване на игри и работа по проект. Връзката между двата типа задачи е реализирана чрез въвеждането на проекти с игрови елементи. (Фигура III.5)

Общият брой реализирани задачи в модела е 17, групирани в два типа: Игри и Работа по проект. Девет от задачите са собствени, 4 адаптирани и 4 – задачи от учебник. Общият брой реализиран игри в модела е 6, задачите представляващи работа по проект са 11 на брой (броят проекти с игрови елементи е 4, а на тези без игрови елементи - 7).

3.1.4. Задачи за развиване както на математически, така и на дигитални компетентности

Задачите от предложението модел подпомагат развиването на компетентности от две групи – дигитални и математически. Областите от дигиталните компетентности, които се развиват съгласно класификацията на DigiComp 2. 2 (Riina, Stefano, & Yves, 2022-03-17) са: Грамотност, свързана с информация и данни; Сигурност; Комуникация и Създаване на дигитално съдържание. Засегнатите чрез задачи математически компетентности са: Извършване на действия с дробни числа; Прилагане на алгоритъм за сравняване и подреждане на числа по големина; Изчертаване на геометрични фигури; Намиране на елементи на геометрични фигури.

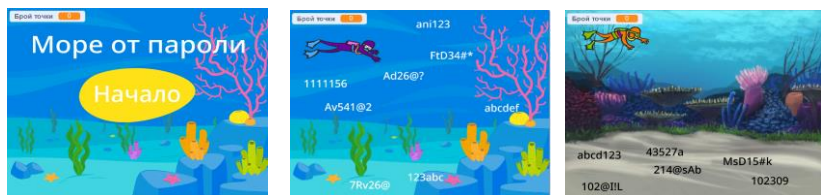


Фигура III.5 Набор от задачи

Задачи 1 и 6 проверят теоретичните знания на учениците да спазват авторски права. Чрез задача 5 се цели учениците да придобият умения за откриване на информация, отсяване, редактиране и представяне на необходимата им съгласно зададена тема.

Проверка на уменията за защита на лични данни се реализира в задачи 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7. Като задачи 1-5 засягат и компетентности за общуване в дигитална среда. От групата задачи, **задача 7 – „Море от пароли“** се реализира в средата за блоково програмиране на Scratch. Задачата е със следния сценарий:

Нетко е водолаз, който обича да се гмурка в морето от пароли за достъп до потребителски профили в интернет. За съжаление, Нетко не е внимавал в часовете по Компютърно моделиране и информационни технологии, поради което не знае коя парола е сигурна и коя слаба. Създайте проект в средата за блоково програмиране на Scratch, в който движението на Нетко да се осъществява чрез стрелките. Когато героят допре сигурна парола тя да се скрива, а стойността на променливата, отброяваща ги да се увеличава с едно, при докосване на слаба – Нетко да се отдръпва от нея, а паролата да остане видима.



Фигура III.6 Дизайни, разработени от ученици в ЕГ на Задача 7

Чрез задачи 5 и 6 се осъществява търсене и филтриране на информация и дигитално съдържание, докато 1, 3 и 7 – управление на данни, информация и дигитално съдържание.

Задачи 8-17 засягат умение за създаване на дигитално съдържание (програмиране) и математически компетентности едновременно. Изискват да се обърне допълнително внимание от страна на учителя. При прилагането на модела и решаването на този тип задачи, учениците да остават с убеждението, че програмата ще реши математическите задачи без да е необходимо самите ученици да ги решават. Необходимо е да се обърне допълнително внимание и да се поясни защо това не е възможно и каква е нуждата самите ученици да решат предварително математическите задачи.

Задача 8 – Математическа викторина

Ани и Дани, които са основните герои в играта, имат домашна работа по математика. Под формата на викторина се задават въпросите от домашната

работа, които са върху раздел „Дроби“. Ученикът с помощта на клавиатурата, трябва да даде верен отговор на задачата, за да може да получи точка и да продължи към следващата задача. Всички задачи са от разделите: Десетични дроби, обикновени дроби, части от число и процент.

Задачи:

Пресметнете:

1. $2 + (3 - 0,5) - (4,5 - 3,5 + 2)$

2. $\frac{36}{100} + \frac{1}{15}$

3. $\frac{4}{15} + \frac{2}{9}$

4. 23% от $(22,5 + 40,5)$

5. $\frac{2}{3} \cdot 0,021$

6. 3% от $3\frac{1}{3}$



Фигура III.7 Дизайн на интерфейс на Задача 9, разработени от ученици в ЕГ

Задача 9 – Коледна викторина (собствена задача)

Коледа приближава, а Дядо Коледа е загубил пътя към своята къща. Под формата на викторина се задават въпроси върху материал „Обикновени дроби“. За всеки верен отговор, играещият получава по една точка, а Дядо Коледа се приближава с една стъпка по-близо до къщи, за всеки грешен – се отнема по 1 точка, а Дядо Коледа се отдалечава. Играта приключва при въведени три грешни отговора.

Задачи:

1. На колко е равно $\frac{7}{15} - \frac{3}{10}$

2. Коя е реципрочната дроб на $\frac{12}{36}$

3. Един шоколад и една торта тежат $\frac{11}{20}$ кг общо. Ако шоколадът тежи $\frac{3}{10}$ кг, колко тежи тортата?

4. Равни ли са числата 13,72 и $13\frac{18}{24}$?

Играта може да бъде реализирана и с въпроси от други научни сфери и учебни предмети.



Фигура III.8 Дизайн на интерфейс на Задача 9, разработени от ученици в ЕГ

3.1.5. Методи на обучение

Андреев описва метода на обучение като „подредена система от взаимосвързани прийоми на педагогическата дейност на учителя, насочени към постигането на познавателни дидактически, възпитателни и развиващи цели“. Под прием се разбира елемент, който ръководи учениците за реализиране на дидактическа задача. (Андреев, 1981)

В (Дурева - Тупарова, 2003) са разгледани различните класификации на методите на обучение, свързани с обучението по информатика и информационни технологии.

В настоящето изследване са използвани пет типа методи. Четири са разгледани от (Дурева - Тупарова, 2003), за преподаване и усвояване на знания, умения и навици: Практическа дейност – два (упражнение и проект); Устна комуникация – един (Диалогови методи); Непосредствено изследване на действителността – един (проучване на документи); и един - Обърната класна стая в (Акџауџ & Акџауџ, 2018) Като при прилагането на една задача са използвани повече от един метод. Например, за реализирането на задача 5, методите, които са използвани са Проект, Проучване на документи, Диалогови методи. Задачите, за които са използвани най-голям брой различни методи (3) са Задача 1 и Задача 5. (Фигура III. 9)



Фигура III.9 Връзки между отделните задачи и методите, чрез които се реализират

За целите на настоящето изследване използвахме платформата за електронно обучение Moodle. Достъп до ресурсите бе осигурен единствено за учениците от експерименталната група. За всеки ученик предварително бе направена регистрация с уникално потребителско име и парола, съобразена с възрастовата група.

ГЛАВА IV. ЕМПИРИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА МОДЕЛА

4.1. Описание на емпирично изследване

Експерименталното прилагане на модела за формиране на дигитални и математически компетентности чрез образователни компютърни игри е осъществено с ученици от 5. клас в Средно училище с изучаване на чужди езици „Свети Климент Охридски“, Благоевград в периода 2021/2022 – 2022/2023 учебна година. Общият брой включени ученици в експеримента е 59, като експерименталната група (ЕГ) обхваща 33 ученика, а контролната група (КГ) – 26. Двете групи изучават предмета Компютърно моделиране и информационни технологии – общообразователна подготовка по 1,5 час седмично, съгласно седмичното разписание.

Моделът за формиране на дигитални и математически компетентности чрез образователни компютърни игри е приложен в обучението по компютърно моделиране и информационни технологии в експерименталната група в часовете по КМИТ.

За целите на настоящето изследване е създаден следният изследователски инструментариум:

- Тест за установяване на входно ниво на учениците (Приложение №1)
- Анкета за изследване на отношението на учениците към приложения модел
- Тест за установяване на изходно ниво на учениците в 5. клас. Тестът е приложен и за входно ниво в 6. клас с цел установяване на трайност на знанията .
- Анкета за експертна оценка от учители на модела

Емпиричното изследване е проведено в следните етапи:

1. Констатиращ експеримент:
 1. 1. формиране на експериментална и контролна група
 1. 2. установяване на входно равнище на двете групи през септември 2021 и 2022 година
 1. 3. определяне на критерии за достигнато ниво на дигитални и математически компетентности, съгласно учебните програми по компютърно моделиране и информационни технологии.
2. Формиращ експеримент
 - 2.1. експертно оценяване от учители на образователните компютърни игри на тема „Безопасен интернет“
 - 2.2. провеждане на експериментално обучение с ученици от 5. клас по компютърно моделиране и информационни технологии
 - 2.3. проследяване постиженията на учениците в хода на експеримента.
3. Заключителен експеримент:
 - 3.1. проверка на изходното ниво за постигнати дигитални и математически компетентности
 - 3.2. анкетно проучване за отношението на учениците към предложения игрово базиран модел на обучение

4.2. Анализ на резултати

За анализ на резултатите са взети данни на учениците, участващи във всички тествания – входно ниво в 5. клас, изходно ниво 5. клас и входно ниво в 6. клас.

За анализ на данните са използвани IBM SPSS, MS Excel и Jamovi. Приложени са тестове за проверка нормалност на разпределенията, сравняване на зависими и независими променливи, описателна статистика, коефициенти за оценка на надежността на използвания инструментариум. Всички статистически тестове са приложени с равнище на значимост – $\alpha=0.05$.

За проверка на нормалност на разпределенията е приложен тест на Shapiro-Wilcoxon, който може да се приложи при по-малки извадки ($n < 50$). (Mishra, и др., 2019) Тестът е приложен с нулева хипотеза:

H_0 – Разпределението на данните е нормално.

и алтернативна хипотеза:

H_1 – Разпределението на данните не е нормално.

За всички останали сравнения е издигната нулева хипотеза H_0 – Няма статистически значима разлика в резултатите на учениците от ЕГ и КГ за съответните раздели или познавателни равнища. Формулирана е едностранна алтернативна хипотеза H_1 – Резултатите в ЕГ са по-високи от резултатите на КГ за съответните раздели или познавателни равнища.

4.2.1. Констатиращ експеримент

Тестът, използван за определяне на входното ниво (*Приложение №1*) включва 21 въпроса, разделени в 3 групи – „Безопасен интернет“, „Компютърно моделиране“ и въпроси, които са от раздел компютърно моделиране, но включват в себе си математически аспекти, Математика за краткост. Разработена е тестова спецификация (*Приложение №1*). Тестът е приложен в контролната и експериментална група в два последователни випуска.

4.2.1.1. Сравнение на общия брой точки във входно ниво между ЕГ и КГ

Резултатите от приложените статистически тестове показват, че данните от теста за определяне на входно ниво и в двете групи (ЕГ и КГ) следват нормално разпределение. Статистиките са съответно $p = .307 > .05$; $df = 33$ за ЕГ и $p = .321 > .05$; $df = 26$ за КГ при теста на Shapiro-Willcoxon. (*Фигура IV.1*)

И двете извадки следват нормално разпределение, поради тази причина е приложен t-Test на Student, използвайки софтуерния пакет на Jamovi

Установи се, че няма статистически значима разлика между общите резултати на учениците от двете групи $t(57) = 1.122$, $p = .267 > .05$, $d = .2942$.

4.2.1.2. Сравнение на резултатите по раздели между ЕГ и КГ

За сравнение на резултатите върху всяка една от трите групи въпроси (Безопасен интернет, Компютърно моделиране и Математика) е приложен непараметричния тест на Mann-Whitney за независими извадки.

И за трите раздела няма основание да отхвърлим нулевата хипотеза (няма статистически значима разлика в разпределенията). За раздел Безопасен интернет статистиките са $U = 408$, $p = .736 > .05$, $\rho = .0501$. За раздел Компютърно моделиране статистиките са $U = 320$, $p = .093 > .05$, $\rho = .2552$. За раздел Математика статистиките са $U = 385$, $p = .498 > .05$, $\rho = .1026$.

4.2.2. Анализ на резултати от формиращ експеримент

По време на формиращия експеримент при учениците от експерименталната група е приложен модела на обучение, дискутиран в настоящия труд.

В допълнение, разработените образователни компютърни игри са предоставени на учители от цялата страна с молба след използване на игрите да попълнят анкетна карта за оценка полезността на игрите и отношение на учениците към игрите на тема безопасен интернет, описани в глава III от настоящия труд (Задача 1 – Задача 4) - „Какво ще направиш ако ...“, „Да спасим Поли“, „Стани богат“, „Да подредим пъзела“.

4.2.2.1. Резултати от анкетното проучване сред експерти учители

От анкетираните учители, 62 са жени, а 2 – мъже. Експертите, оценили игрите са предимно на възраст между 41 и 50 г. Учителите с най-голям стаж – над 20 години са 23 на брой, тези с най-малък (1-5 години) – 24 на брой. Броят на експертите тествали игрите и в трите класа (5, 6 и 7. клас) е 16.

Направен е анализ на надеждността на анкетата като е използван коефициентът Alpha на Cronbach. Коефициентът от всички въпроси и за трите игри е .961. Коефициентът Alpha на Cronbach на въпросите от скалата за оценка на игрите във възрастова група 5. клас е .875. Тестът е приложен със софтуерния пакет на SPSS IBM Statistics. И в двата случая имаме адекватна надеждност на използвания инструментариум (анкетното проучване).

Съгласно получените данни, според учителите, учениците показват положително отношение към игрите.

Приложените тестове на Фридман и Уилкоксън показват че:

- Като най-забавна за учениците, наблюдавани от експертите, се оказва играта „Стани богат“ – средна стойност в оценките 4.71.
- Игрите не са затруднили учениците.
- Според учителите игрите „Стани богат“ и „Да подредим пъзелите“ са най-полезни за учениците.
- Всички игри развиват дигитални компетентности по темата „Безопасен интернет“.

4.3. Анализ на резултати от заключителен експеримент

4.3.1. Анализ на резултати от изходно ниво в ЕГ и КГ

В края на обучението е направена проверка на развитието на дигитални и математически компетентности в ЕГ и КГ с изходен тест (*Приложение №3*). Въпросите в теста са 24 на брой, проверяващи уменията в 7 групи:

За да се провери трайността на знания на учениците, същият тест е приложен и за проверка на входно ниво в 6. клас.

За анализ на изходните резултати са приложени: теста Ман-Уитни (Mann – Whitney U) и тест на Шапиро-Уилкоксън (Shapiro-Wilcoxon).

4.3.1.1. Сравнение на общия брой точки в изходно ниво между ЕГ и КГ

Тест на Shapiro-Wilcoxon е приложен за проверка на нормалност на разпределенията.

Резултатите от приложените статистически тестове показват, че данните от теста за определяне на изходно ниво и в двете групи (ЕГ и КГ) следват нормално разпределение. Статистиките са съответно $p = .120 > .05$; $df = 33$ за ЕГ и $p = .482 > .05$; $df = 26$ за КГ при теста на Shapiro-Willcoxon. Приложен е t-Test на Student, използвайки софтуерния пакет на Jamovi .

Статистиките показват, че има статистически значима разлика между общите резултати на учениците от двете групи $t(57) = 3.39, p = .001 < .05$; $d = .890$, с което се отхвърля нулевата хипотеза.

4.3.1.2. Сравнение на резултатите между ЕГ и КГ по раздели

За разделите Компютърно моделиране (КМ) и Математика (Мат.) тестът на Shapiro-Wilcoxon ни дава основание да приемем, че в ЕГ извадките следват нормално разпределение. Същото се отнася за КГ. За раздел Безопасен интернет (БИ) в ЕГ и КГ не е налице нормалност на разпределението. Софтуерът на Jamovi индикира наличие на разлики в дисперсиите в статистиките на раздели КМ и Математика. Поради тази причина за сравнение на резултатите върху всяка една от двете групи въпроси (КМ и Мат.) е приложен непараметричния тест на Уелч за независими извадки. За раздел Безопасен интернет е приложен непараметричния тест на Ман-Уитни. Тестовите са приложени за всеки раздел:

Получените статистики от приложения тест на Уелч за раздели „Компютърно моделиране“ ($t(4.29) = 53.8, p = .001 < .05; d = 1.09$) и „Математика“ ($t(4.30) = 54.8, p = .001 < .05; d = 1.10$) дават основание да се отхвърли нулевата хипотеза и да се приеме алтернативната хипотеза. Резултатите на учениците от ЕГ при оценки на изходно ниво в съответния раздел в 5. клас са по-високи. Резултатите в ЕГ са статистически значимо по-високи от резултатите в КГ за разделите Компютърно моделиране и Математика.

В Таблица IV.2 е представена обобщена информация от приложените тестове.

Таблица IV.1 Обобщена информация за сравнението на резултатите на ЕГ и КГ на изходно ниво, 5. клас по раздели

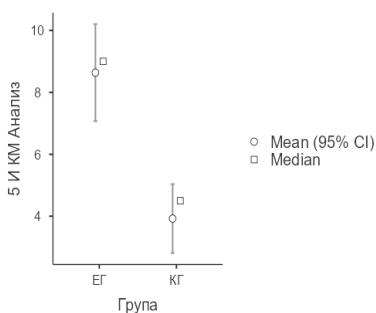
Критерий	Резултат
Общ резултат	Има статистически значима разлика, като в ЕГ резултатите са по-високи
Безопасен интернет	Няма статистически значима разлика
Компютърно моделиране	Има статистически значима разлика, като в ЕГ резултатите са по-високи
Математика	Има статистически значима разлика, като в ЕГ резултатите са по-високи

4.3.1.3. Сравнение на резултатите в ЕГ и КГ от изходно ниво 5. клас по отношение на познавателните равнища

В зависимост от това дали данните следват нормално разпределение или не е приложен тест за независими извадки, Ман-Уитни, или тест на Welch за сравнение на две независими извадки при предположение за нормалност на разпределението и разлики между дисперсиите за съответните познавателни равнища, които се достигат чрез задачите.

При оценка на Раздел „Компютърно моделиране“, с равнище на значимост .05: няма основание да се отхвърли нулевата хипотеза H_0 : Няма статистически значима разлика между резултатите в двете групи (ЕГ и КГ) за: познавателно равнище Знание ($U = 369, p = .159 > .05; \rho = .1399$) и познавателно равнище Разбиране ($U = 414, p = .406 > .05; \rho = .0350$)

С равнище на значимост .05 за познавателно равнище Анализ, нулевата хипотеза H_0 : Между резултатите в двете групи (ЕГ и КГ) няма статистически значима разлика се отхвърля. Учениците от ЕГ имат по-високи резултати на познавателно равнище Анализ. ($U = 173, p < .001 < .05; \rho = -.597$) (Фигура IV.3)



Фигура IV.1 Бокс-лот диаграми на статистики на Mann-Whitney върху резултати за познавателно равнище Анализ за изходно ниво, раздел „Компютърно моделиране, ЕГ и КГ

В Таблица IV.2 е представена обобщена информация от статистиките.

Таблица IV.2 Обобщена информация за сравнението на резултатите на ЕГ и КГ на изходно ниво, 5. клас по познавателно равнище

Критерий	Резултат
Знание, раздел „Безопасен интернет“	Няма статистически значима разлика
Приложение, раздел „Безопасен интернет“	Има статистически значима разлика, като в ЕГ резултатите са по-високи.
Знание, раздел „Компютърно моделиране“	Няма статистически значима разлика
Разбиране, раздел „Компютърно моделиране“	Няма статистически значима разлика
Приложение, раздел „Компютърно моделиране“	Има статистически значима разлика, като в ЕГ резултатите са по-високи.
Анализ, раздел „Компютърно моделиране“	Има статистически значима разлика, като в ЕГ резултатите са по-високи.

Предложеният модел води до по-добри резултати на по-високите познавателни равнища – Приложение и Анализ, с което е потвърдена частта от хипотезата на изследването, свързана с постиженията по познавателни равнища.

4.3.2. Анализ трайност на знанията

4.3.2.1 Обща постановка

За да се проследи трайността на знанията на учениците, за входно ниво в 6. клас е използван теста за изходно ниво в 5. клас и в двете групи, и в двата випуска. В зависимост от нормалността на разпределението на данните са използвани знаковият рангов тест на Уилкоксън (Wilcoxon signed ranks test) или t-Test за сравняване на зависими и независими извадки, които имат нормално разпределение и равенство на дисперсиите.

И двата теста са приложени за съответните раздели и познавателни равнища:

4.3.2.2 Сравнение на резултатите от изходно ниво в 5. клас и входно ниво 6. клас за ЕГ и КГ по раздели

За анализ на данните са приложени тест на Student и Wilcoxon W в зависимост от това дали данните следват нормално разпределение или не.

Тестът на Student's е приложен за ЕГ върху общи резултати, раздели КМ и математика, За КГ върху раздел КМ и раздел БИ

Тестът на Wilcoxon W е приложен за ЕГ върху раздел БИ и общи резултати и общи резултати и раздел Безопасен интернет за КГ.

При учениците от ЕГ не се наблюдават статистически значими разлики в постиженията от Изходно ниво 5. клас и Входно ниво 6. клас за целия тест ($t(32) = .689, p = .248 > .05; d = .120$), раздел „Компютърно моделиране“, ($t(32) = 1.264, p = .108 > .05; d = .220$), раздел „Безопасен интернет“ ($p = .748 < .05; d = .308$). Учениците в ЕГ запазват своите резултати на тест входно ниво 6. клас спрямо изходно ниво 5. клас.

За раздел „Математика“ ($t(32) = 1.771, p = .043 < .05; d = .308$) нулевата хипотеза се отхвърля и се приема алтернативната: H_1 – Резултатите от теста изходно ниво 5. клас са по-високи спрямо резултатите от тест входно ниво 6. клас. Не е на лице трайност на знанията.

За общия резултат на КГ ($p = .007 < .05; d = .594$), както и за раздели „Компютърно моделиране“ ($t(25) = 2.55, p = .009 < .05; d = .500$) и „Математика“ ($t(25) = 2.96, p = .003 < .05; d = .580$) се приема алтернативната хипотеза: H_1 – Резултатите от теста изходно ниво 5. клас са по-високи спрямо резултатите от тест входно ниво 6. клас. Не е на лице трайност на знанията.

В Таблица IV.3 е представена обобщена информация от сравнителния анализ за трайност на знанията в ЕГ и КГ за общите резултати и резултатите по групи – Безопасен интернет, Компютърно моделиране и Математика.

Таблица IV.3 Обобщена информация за сравнението на резултатите на ЕГ и КГ на изходно ниво, 5. клас и входно ниво 6. клас, по раздели

Критерий	Резултат ЕГ	Резултат КГ
Общ резултат	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват своите резултати.	Има статистически значима разлика. Учениците понижават резултатите си.
Безопасен интернет	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват своите резултати.	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват своите резултати.
Компютърно моделиране	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват своите резултати.	Има статистически значима разлика. Учениците понижават резултатите си.
Математика	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват своите резултати.	Има статистически значима разлика. Учениците понижават резултатите си.

4.3.2.3 Сравнение на резултатите от изходно ниво в 5. клас и входно ниво 6. клас за ЕГ и КГ по познавателни равнища за раздел „Безопасен интернет“ и „Компютърно моделиране“

За анализ на данните са приложени тест на Student или Wilcoxon W в зависимост от това дали данните следват нормално разпределение или не. Тестът на Student's е приложен за КГ върху познавателно равнище Приложение, раздел КМ. Тестът на Wilcoxon W е приложен за всички познавателни равнища за раздели БИ и КМ за ЕГ. За КГ тестът е приложен за всички познавателни равнища, с изключение на познавателно равнище Приложение за раздел Компютърно моделиране

При учениците от ЕГ не се наблюдават статистически значими разлики в резултатите за равнище на познание Знание ($p = .230 > .05$; $d = .1930$) и равнище на познание Приложение ($p = .624 > .05$; $d = -.0784$) от Изходно ниво 5. клас и Входно ниво 6. Клас за раздел „Безопасен интернет“. Учениците в ЕГ запазват своите резултати на тест входно ниво 6. клас спрямо изходно ниво 5. клас. За учениците от КГ, също, се потвърждава нулевата хипотеза.

По отношение на резултатите на ЕГ по познавателно равнище Анализ за раздел „Компютърно моделиране“ с равнище на значимост .05 се отхвърля нулевата хипотеза H_0 – Няма статистически значима разлика в разпределенията на резултатите от теста изходно ниво 5. клас и входно ниво 6. клас Наблюдава се спад в резултатите на учениците в ЕГ за познавателното равнище.

По отношение на резултатите на КГ нулевата хипотеза се потвърждава за всички изследвани познавателни равнища.

Независимо, че имаме намаляване на резултатите в ЕГ по отношение на най-високото изследвано познавателно равнище – Анализ, учениците от ЕГ имат по-високи резултати от учениците в КГ. Средните стойности на входно ниво за 6. клас, равнище Анализ за ЕГ е 6.061 , а за КГ е 3.651.

В Таблица IV.4 е представено обобщение от приложените анализи.
 Таблица IV.4 Обобщена информация за сравнението на резултатите на ЕГ и КГ на изходно ниво, 5. Клас и входно ниво 6. клас, по познавателно равнище

Критерий	Резултат ЕГ	Резултат КГ
Знание, раздел „Безопасен интернет“	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.
Приложение, раздел „Безопасен интернет“	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.
Знание, раздел „Компютърно моделиране“	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.
Разбиране, раздел „Компютърно моделиране“	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.
Приложение, раздел „Компютърно моделиране“	Има статистически значима разлика. Учениците понижават резултатите си, но резултатите на учениците от ЕГ остават по-високи от резултатите на учениците в КГ	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.
Анализ, раздел „Компютърно моделиране“	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.	Няма статистически значима разлика. Учениците запазват резултатите си.

4.3.2.1. Анализ на анкетно проучване за отношението на учениците към предложения игрово базиран модел на обучение на тема Безопасен интернет

Основната цел на проведеното анкетно проучване е да установи отношението на учениците към предложения игрови базиран модел на обучение в контекста на темата „Безопасен интернет“. Чрез онлайн средата Moodle е предоставен достъп до игрите „Какво ще направиш ако ...“, „Да спасим Поли“, „Стани богат“, „Да подредим пъзела“ (Задачи 1-5, описани в Глава III). (Tuparova, Tuparov, & Mehandzhyska, 2021)

За проучване мнението на учениците е създадена анкета (*Приложение №2*) с въпроси за всяка една от игрите. Въпросите във всяка една от анкетите са разделени в следните категории: пол; полезност в образователен аспект; „лесни за използване“; дизайн, темпо на играта, герои и навигация в играта; общо възприятие/отношение към играта; възможност за добавяне на коментар. Всички въпроси, с изключение на въпроса, свързан с пол, са ликертова скала. За всеки от въпросите е изчислен коефициент на Cronbach's Alpha. Приложените тестове са с равнище на значимост 0,05. (Tuparova, Tuparov, & Mehandzhyska, 2021)

Анкетното проучване е проведено с ученици от 5, 6 и 7 клас. Анкетирани ученици от 5. клас са 23 на брой – 12 момчета и 11 момичета. (Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

Коефициентът Cronbach's Alpha, показващ надеждността на анкетата е с високи нива за всяка една от предложените игри – Какво ще направиш ако ... ($p = 0.928$), Стани богат ($p = 0.762$), Да спасим Поли ($p = 0.916$), Да подредим пъзела ($p = 0.925$). Приложен е тестът на Крускал Уолис (Kruskal-Wallis), за да се изчисли общото отношение и възприятие към игрите.

Задача 1 (Какво ще направиш ако ...)

Сценарият на играта и цветовете гама се харесва от 85% от учениците. Учениците, готови да препоръчат играта на свои съученици са 80%, а 74% се забавляват, докато играят играта. (Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

Задача 2 (Стани богат)

Процентът на учениците, които потвърждават, че им харесва да играят играта е 80. За 89% от всички ученици темпото на играта е подходящо, а вероятността да препоръчат играта е 84%. (Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

Задача 3 (Да спасим Поли)

Сценарият на играта се харесва от повече от 80% от учениците. Учениците намират темпото на играта за подходящо и като цяло им допада да играят играта. В процентно отношение, 75% от учениците биха препоръчали играта и им харесва да я играят. (Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

Задача 4 (Да подредим пъзела)

На 70% от учениците им харесва да играят играта. Темпото на играта е подходящо за 72% от учениците, играта би била препоръчана от 76% от анкетираните, а 77% харесват играта като цяло. (Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

4.4. Изводи

Общият брой на учениците, включени в изследването е 59. Няма статистически значима разлика между резултатите в ЕГ и КГ при оценка на входното ниво в 5. клас.

Приложените статистически тестове към данните за резултатите на учениците от ЕГ и КГ на тест изходно ниво 5. клас водят до следните изводи:

1. Резултатите на учениците от ЕГ са статистически значимо по-високи от постиженията на учениците в КГ.
2. За критерий „Безопасен интернет“ няма статистически значима разлика в резултатите на двете групи. Изиграването на игри по темата не е довело до повишаване знанията на учениците, но е довело до повишаване общото възприятие и мотивация към темата.
3. Приложената система от задачи води до по-високи резултати за критерий „Компютърно моделиране“ на учениците от ЕГ.

4. Програмирането на код с игрови елементи и математически елементи води до по-високи резултати на учениците от ЕГ за критерий „Математика“.
5. Предложената система от задачи води до по-високи резултати на учениците от ЕГ на познавателно равнище Анализ.

Приложените статистически тестове към данните за резултатите на учениците от ЕГ и КГ на тест входно ниво 6. клас водят до следните изводи:

1. Общите постижения на учениците от ЕГ са статистически значимо по-високи от постиженията на учениците от КГ.
2. При учениците от КГ се наблюдава понижение в общите резултати на учениците в тест изходно ниво. По отношение на раздел „Безопасност в интернет“ се наблюдава запазване на резултатите. Наблюдава се трайност на знанията и при двете групи.
3. При учениците от ЕГ се наблюдава трайност на знанията в група от въпроси Компютърно моделиране, а при учениците от КГ не се наблюдава трайност на знанията в групата от въпроси.
4. При резултатите на учениците от ЕГ на входно ниво 6. клас се наблюдава запазване на знанията за група от въпроси Математика. За учениците от КГ не се наблюдава трайност на знанията за същата група от въпроси.
5. В групите от въпроси Компютърно моделиране и Математика от входно ниво 6. клас, за които с ЕГ са програмирани игри се наблюдава трайност на знанията в същата група от въпроси, докато при КГ не се установява трайност на знанията. Програмирането на игри с математически аспекти води в часовете по КМИТ запазване на знания.
6. Учениците от ЕГ и КГ запазват постиженията си по познавателни равнища Знание и приложение за раздел „Безопасен интернет“ и познавателни равнища Знание, Разбиране, Приложение за раздел „Компютърно моделиране“ на резултатите си на Входно ниво 6. клас спрямо Изходно ниво 5. клас.

Заклучение

В съответствие с целта и задачите на дисертационния труд са проведени изследвания, които водят до следните изводи:

1. Приема се работната хипотеза: Използването на образователни компютърни игри в обучението по темите „Безопасен интернет“ и създаване на дигитално съдържание в среда за блоково програмиране в часовете по КМИТ в 5. клас ще доведе до по-високи и трайни дигитални и математически компетентности.
2. Прилагането на модела води до:
 - по-високи общи резултати;
 - по-високо ниво на трайност на знанията в раздел „Компютърно моделиране“;

- по-високо ниво на трайност на знанията по математика;
- 3. Използването на игри на тема „Безопасен интернет“ оказва положително влияние върху интереса на учениците по време на обучението по компютърно моделиране и информационни технологии.
- 4. Използването на игри на тема „Безопасен интернет“ не води до повишаване резултатите на учениците по темата.
- 5. Програмирането на игри и задачи с игрови елементи води до повишаване на резултатите в часовете по компютърно моделиране.

Постиженията на учениците, в резултат от апробиране на модела, дават основание изследванията по темата да продължат, чрез създаване на модел за продължаващо обучение по програмиране с използване на езика Python за визуализиране на математически модели, използвайки библиотеката Turtle в следващите класове.

Приноси

Основните приноси се свеждат до:

Научно приложни

- Направен е анализ на реализираните задачи в учебниците по КМИТ в 5. клас, развиващи дигитални и математически компетентности в темите „Безопасен интернет“ и „Компютърно моделиране“.
- Анализирани са основни концепции и понятиен апарат, необходим за реализиране на дисертационното изследване
- Разработен е модел за развитие на математически и дигитални компетентности на ученици от 5. клас за темите „Безопасен интернет“ и „Компютърно моделиране“, основан на взаимодействието между игрово-базирано обучение, междупредметни връзки и методи на обучение.

Приложни

- Разработени са игри, приложими в раздели „Безопасен интернет“ и „Компютърно моделиране“.
- Разработена е система от задачи, базирана на игри, проекти и игрови елементи.
- Разработеният модел за развитие на математически и дигитални компетентности е апробиран в редовните часове по КМИТ с ученици от 5. клас

Публикации по темата на дисертационния труд

1. Тупарова, Д., Механджийска, К., & Тупаров, Г. (2021).Глава 4. Приложение на образователните компютърни игри в обучението по информационни технологии в училище. От Г. Тупаров, Е. Николова, Д. Тупарова, Д. Керемедчиев, К. Механджийска, & В. Велева, *Монография Интегрирано игрово базирано обучение по компютърни науки* (стр. 153-

- 183). Ловеч: ИнфоВижън-Ловеч, ISBN - 978-619-7442-61-8, <https://plus.cobiss.net/cobiss/bg/bg/bib/47552264>
2. Tuparova, D, G. Tuparov, K. Mehandzhiyska, (2021) Learning Topic 'Safe Internet' in Low Secondary School through Games, 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2021 - Proceedings, 2021, pp. 716–723, <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85123044327&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Tuparova&st2=&nlo=1&nlr=20&nls=count-f&sid=cc27d619ca0ff94f44cea2692aaef636&sot=anl&sdt=aut&sl=36&s=AU-ID%28%22Dureva%2c+Daniela%22+35932600400%29&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm=>,
<http://mipro.hr/LinkClick.aspx?fileticket=RAMnkK6T5UQ%3D&tabid=196&language=hr-HR>
 3. Тупаров, Г. Д. Тупарова, Д. Керемедчиев, К. Мхенаджийска (2020). Възможности за игровизация в Moodle, SREM'2020 – 16-18 Октомври, Пампорово, България – ФМИ, Пловдив http://srem2020.fmi-plovdiv.org/wp-content/uploads/2020/10/6_17_Tuparov_Tuparova_Keremedchiev_Mehandzhiyska.pdf
 4. Tuparova, D, K. Mehandzhiyska, G. Tuparov, (2020) Usability Testing of Educational Computer Games on the Topic “Safe Internet”, Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education - Volume 1: GonCPL, 694-701, 2020, <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091428021&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Tuparova&st2=&nlo=1&nlr=20&nls=count-f&sid=cc27d619ca0ff94f44cea2692aaef636&sot=anl&sdt=aut&sl=36&s=AU-ID%28%22Dureva%2c+Daniela%22+35932600400%29&relpos=7&citeCnt=1&searchTerm=>
<https://www.scitepress.org/Papers/2020/98176/98176.pdf>
 5. Дурева-Тупарова, Д., & Механджийска, К. (2018). Онлайн образователни компютърни игри по темата "Безопасен интернет" - анализ на няколко случая. *Единадесета конференция с международно участие - Образованието и изследванията в информационното общество*. Пловдив. [Online Educational Computer Games Related to Topic “Internet Safety” – Analysis of Case Studies - Bulgarian Digital Mathematics Library \(BulDML\)](https://buldml.math.bas.bg/en/v/2947), <https://buldml.math.bas.bg/en/v/2947>

Цитирани източници

- Papadakis, S. (2018). The use of computer games in classroom environment. *Teaching and case study*, (стр. 1-25).
- Акçayıр, G., & Акçayıр, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges.
- Brett, P., Mompoin-Gaillard, P., & Salema, M. (2009). *How all teachers can support citizenship and human education: a framework for the development of competences*. Strasbourg: Concil of Europe Publishing.
- Carretero Gomez, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Caupin, G. (2006). *ICB : IPMA competence baseline*. International Project Management Association.
- Chouhan, V. S., & Srivastava, S. (2014). Understanding competencies and competency Modeling — A literature Survey. *IOSR Journal of Business and Management*, 14-22.
- Darina Dicheva, C. D. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 75-88.
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework.
- Georgi Tuparov, D. T. (2020). Gamification in Moodle. , *Proceedings of SREM 2020*. Plovdiv: University Press "Paisii Hilendarski".
- Groff, J., McCall, J., Darvasi, P., & Gilbert, Z. (2016). Using Games in the Classroom, Volume Two: Bringing Games into Educational Contexts. От K. Schrier, *Learning, Education and Games* (стр. 19-42).
- Klemp, G. (1980). *Assessment of Occupational Competence*. Washington DC: National Institute of Education.
- Marie-Noëlle Billebot, M.-A. C. (2018). Measurement and Knowledge in Health. От *Connected Healthcare for the Citizen* (стр. 59-83). Elsevier Ltd.
- McClelland, D. (1973). Testing for competence rather than for "intelligence". *The American Psychologist*, 1-1.
- McGehee, N. (24 08 2021 г.). *Competency-based education in mathematics*. Извлечено от Michigan Virtual: <https://michiganvirtual.org/blog/competency-based-education-in-mathematics/>
- Michael, Z. (2005). *From visual simulation to virtual reality to games*. IEEE computer.
- Miltenoff, P. (н.д.). Gaming, Gamification and BOYD in academic and library settings: bibliographic overview.
- Mishra, P., Pandey, C., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. 67-72.

- Newell, W. (2013). The state of the field: Interdisciplinary theory. *INTERDISCIPLINARY STUDIES*, 30, 22-43.
- Niss, M. (2002). Mathematical competencies and the learning of mathematics: the Danish KOM project.
- Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. New York: Orion Press.
- Riina, V., Stefano, K., & Yves, P. (2022-03-17). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union.
- Romine, X. (2004). Using games in the classroom to enhance motivation, participation, and retention: A pre-test and post-test evaluation. *Culminating Experience Action Research Projects* (стр. 283-295). Chattanooga: College of Health, Education, and Professional Studies, The University of Tennessee at Chattanooga.
- Shippmann, J., Ash, R., Batjista, M., Carr, L., Eyde, L., Hesketh, B., . . . Sanchez, J. (2000). The practice of competency modeling. *Personnel Psychology*, 703-740.
- Spencer, L., & Spencer, S. (1993). *Competence at Work: Models for Superior Performance*. New York: Wiley.
- Taratori, E., & Kougiourouki, M. (2011). Using games in the classroom. *5th International Technology, Education and Development Conference* (стр. 5649-5658). Valencia: Spain.
- Tuparova, D., Tuparov, G., & Mehandzhiyska, K. (2021). Learning Topic "Safe Internet" in Low Secondary. *MIPRO 44th International Convention*, (стр. 768-775). Opatija.
- Wendy Hsin-Yuan Huang and Dilip Soman. (2013). *A Practitioner's Guide To Gamification of Education*. Toronto: Rotman School of Management.
- Wong, S. (2020). Competency Definitions, Development and Assessment: A Brief Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 95-114.
- Zhao, Y., Llorente, A., & Gomez, M. (2021). Computers & Education 168 (2021) 104212. *Computers & Education*.
- Ангелов, А. (2018). *Компетентностен модел за развитие на изчислителното мислене на учениците*. Пловдив.
- Ангелов, А., Дурева-Тупарова, Д., Тупаров, Г., Марчева, К., & Стоянова, К. (2022 а). *Компютърно моделиране и инфомационни технологии 5. клас*. Просвета Плюс, Сиела Норма.
- Андреев, М. (1981). *Дидактика*. Университетско издателство "Свети Климент Охридски".
- Бижков, Г. (2002). *Дипломната работа не е лесна, но с компютър и интернет ...* София: Университетско издателство "Св. Климент Охридски".

- Бижков, Г., & Краевски, В. (1995). *Методология и методи на педагогическите изследвания*. София: УИ "Св. Климент Охридски".
- Василева, М. (н.д.). *Компетентностен подход в обучението. Ключови компетентности*. Извлечено от Продължаващо образование: <https://diuu.bg/emag/13913/2/>
- Гъров, К. А. (2000). Обучението по информатика и информационни технологии в средното училище - състояние и перспективи. *ЮБИЛЕЙНА НАУЧНА СЕСИЯ – 30 години ФМИ ПУ “Паисий Хилендарски”* (стр. 28-37). Пловдив: ПУ “Паисий Хилендарски.
- Дурева - Тупарова, Д. (2003). *Методика на обучението по информатика и информационни технологии (основни проблеми)*. Благоевград: Университетско издателство Югозападен Университет "Неофит Рилски".
- Дурева - Тупарова, Д. (2003). *Проблеми на методиката на обучение по информатика и информационни технологии*. Благоевград: Университетско издателство ЮЗУ „Неофит Рилски“.
- Дурева, Д., & Касева, М. (2011). Компютърните образователни игри в обучението в началното училище. *Информационно-комуникационни технологии, медии и образование*.
- Дурева-Тупарова, Д., & Механджийска, К. (2018). Онлайн образователни компютърни игри по темата "Безопасен интернет" - анализ на няколко случая. *Единадесета конференция с международно участие - Образованието и изследванията в информационното общество*. Пловдив.
- Дурева-Тупарова, Д., Тупаров, Г., Марчева, К., Стоянова, К., & Ангелов, А. (2022). *Компютърно моделиране и информационни технологии*. "Просвета Плюс", „Сиела Норма“.
- Ерик Бърн, Л. Е. (2022). *"Игрите, които играят хората"*. София: Изток, запад.
- Иванова, В. Ф., Илиева, Й. Д., & Петрова, Р. Г. (2014). Компетентност и компетенции в европейската квалификационна рамка. *MATTEX2014*, 238-242.
- Институт за човешки ресурси. (20 07 2022 г.). *Компетентностен модел в образованието*. Извлечено от Компетентностен модел в образованието: <https://www.institute-hr.com/%d0%ba%d0%be%d0%bc%d0%bf%d0%b5%d1%82%d0%b5%d0%bd%d1%82%d0%bd%d0%be%d1%81%d1%82%d0%b5%d0%bd-%d0%bc%d0%be%d0%b4%d0%b5%d0%bb-%d0%be%d0%b1%d1%80%d0%b0%d0%b7%d0%be%d0%b2%d0%b0%d0%bd%d0%b8%d0%b5/>
- Касева, М. (2015). *Развитие на алгоритмични умения на учениците от 2-ри клас чрез информационни технологии*. Благоевград.

- Левченко, В. В. (2007). Интеграционные процессы в педагогической науке. *СамГУ 2007 №5/1 (55)*, 158-165.
- Министерство на образованието и науката. (11 2015 г.). *Наредба №5 от 30.11.2015 г. за общообразователна подготовка*. Извлечено от https://www.mon.bg/nfs/2023/09/nrdb5-2015_oop_izm092023_27092023.pdf
- Министерство на образованието и науката. (19 12 2019 г.). *Компетентностен подход*. Извлечено от Министерство на образованието и науката: <https://web.mon.bg/bg/100770>
- Министерство на образованието и науката. (н.д.). *Компетентностите и референтните рамки*.
- Министерство на образованието и науката. (2022). Списък на познавателните книжки, учебниците и учебните комплекти, които може да се използват в системата на предучилищното и училищното образование за учебната 2022-2023 година - списък на учебниците за V клас и за VI клас по учебния предмет КМИТ. София.
- МОН. (2006). Извлечено от [mon.bg](https://www.mon.bg): https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwip-PvPpIv_AhXZS_EDHayiCPsQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fweb.mon.bg%2Fupload%2F21560%2Fbook.pdf&usg=AOvVaw35AWIaHB5MGCvbYEFtdYZB
- МОН. (2018). *Учебна програма по компютърно моделиране за III клас*. Извлечено от [mon.bg](https://web.mon.bg): https://web.mon.bg/upload/12205/UP_KM_3kl.pdf
- МОН. (2018). *Учебна програма по компютърно моделиране за IV клас*. Извлечено от [mon.bg](https://web.mon.bg): https://web.mon.bg/upload/13767/UP9_KM_ZP_4kl.pdf
- МОН. (14 10 2020 г.). *Учебна програма по компютърно моделиране и информационни технологии - V клас*. Извлечено от [mon.bg](https://web.mon.bg): https://web.mon.bg/upload/24186/UP_PC-modelirane-5kl.pdf
- МОН. (14 10 2020 г.). *Учебна програма по компютърно моделиране и информационни технологии - VI клас*. Извлечено от [mon.bg](https://web.mon.bg): https://web.mon.bg/upload/24187/UP_PC-modelirane-6kl.pdf
- МОН. (20 01 2021 г.). *Учебна програма по математика за 6. клас*. Извлечено от Министерство на образованието и науката: https://www.mon.bg/nfs/2023/11/up_vi_math.pdf
- МОН. (20 01 2021 г.). *Учебна програма по математика за 7. клас*. Извлечено от Министерство на образованието и науката: https://www.mon.bg/nfs/2021/01/up_math_7kl-200121.pdf
- Николова, Е. (2019). *Интегративен подход в обучението по информатика в гимназиалната училищна степен*. Благоевград.

- Николова, Н., Стефанова, Е., Николова, М., Петрова, Д., Константинов, О., & Иванов, С. (2022). *Компютърно моделиране и информационни технологии*. Просвета – София.
- Плешкова-Бекярска, С., Манолова, А., & Христова, Н. (2022). *Компютърно моделиране, 5. клас*. Даниела Убенова-Даниела Биланска.
- Савова, Г. (2018). *Рамка за дигитални компетентности*. Извлечено от Институт по публична администрация: <https://www.ipa.government.bg/bg/ramka-za-digitalni-kompetentnosti>
- Специализиран научен съвет по ТМОПЕНМ при ВАК. (2002). *Теория и методология на обучението по естествени науки и математика*. Университетско издателство, ЮЗУ "Неофит Рилски", Благоевград.
- Стоянова, М. (2018). *Приложение на информационните технологии в обучението по математика в гимназиална степен на средното училище*. Благоевград.
- Табакова-Комсалова, В. В. (2018). *Формиране на алгоритмично мислене у учениците в началното училище и прогимназията чрез обучението по информатика и информационни технологии*. Пловдив.
- Терзиева, Т., Голев, А., & Ставрев, С. (2017). Серioзните игри - иновативно средство за обучение. *Иновационни софтуерни инструменти и технологии с приложения в научни изследвания по математика, информатика и педагогика на обучението*, (стр. 107-114). Пампорово.
- Узунов. (2014). Компютърни и сериозни игри – същност и приложение. Място на сериозните игри в образованието.
- ЦИОО-МОН. (30 11 2015 г.). *Наредба №5 от 30.11.2015 г. за общообразователна подготовка*. Извлечено от https://cioo.mon.bg/content/uploads/2014/07/nrdb5_30.11.2015_obshtoobr_podgotovka.pdf
- Чавдарова-Костова, С. (2022). *Наръчник за прилагане на компетентностния подход в обучението на бъдещи учители*. Плевен: ЕА.



Southwest University "Neofit Rilski" - Blagoevgrad
Faculty of Science and Mathematics
Department of Mathematics

Krista Metodieva Mekhandzhiyska

DEVELOPMENT OF DIGITAL AND MATHEMATICAL
COMPETENCES THROUGH EDUCATIONAL COMPUTER GAMES

ABSTRACT

of a dissertation for the award of an educational and scientific degree
" Doctor of Philosophy"

field of higher education: 1. Pedagogical sciences

professional direction: 1.3. Pedagogy of teaching in ...

PhD program - Teaching methodology in mathematics and informatics

Scientific supervisor:

prof. PhD. Daniela Tuparova

BLAGOEVGRAD, 2024

The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography, a list of publications related to the dissertation, and appendices. The total volume is 220 pages, of which 168 pages of text, 9 pages of bibliographic reference and 43 pages of appendices. The bibliographic reference contains 151 titles: 38 in Bulgarian, 4 in Russian, 74 in English and 36 Internet sources. 64 figures and 43 tables were used in the exhibition .

The dissertation work has been discussed and proposed for defense by the extended departmental council of the Department of Mathematics at the Faculty of Science - Faculty of Mathematics of Southwestern University "Neofit Rilski" - Blagoevgrad with Protocol No. of

The defense of the dissertation will take place on 17.01.2025 at 11:00 a.m. in hall 1431.

Introduction

Actuality

The 21st century is a century in which access to the Internet is freer than ever before. Technologies are extremely quickly becoming an invariable part of our everyday life and find application in a number of spheres. The topic of education does not make an exception. The rapid development of digital technologies leads to the need for changes in curricula to enable highly qualified specialists.

The topic of safe use of the Internet by students is a key topic in computer modeling and ICT curricula. "It is necessary to reach children's perceptions and awareness of the importance of the topic. Children should be aware of the dangers they face when using various services on the Internet, including e-mail and social networks. It is important to develop skills to identify and protect against the dangers in the Internet space. (Дурева-Тупарова & Механджийска, 2018)

The use of educational games is a promising approach, thanks to the ability of games to teach and build not only knowledge, but also important skills such as – problem-solving skills, communication skills and teamwork skills (Darina Dicheva, 2015). Piaget (Piaget, 1970) notes that games not only help students develop their technical skills, but also develop their imaginations. Guided by the above, the question arises whether and in what way the use of educational computer games in education will contribute to the development of digital and mathematical competences in students.

The development of mathematical competences has been of utmost importance for many years. Mathematical competences are needed in both in everyday life and in a number of spheres of life. Traditional mathematics education, in most cases, is reduced to memorizing formulas, theorems and relationships and solving practical problems explaining given mathematical procedures. This type of learning leads to excellent numeracy skills, but not so much "strong conceptual understanding of mathematical problems and mathematics itself". (McGehee, 2021)

Mathematical competences play an important role in the development of logical thinking, problem solving and application of knowledge in various fields. They are formed and developed in the process of learning mathematics, computer modeling and information technology, physics and other subjects that are part of the exact sciences. Students studying in Bulgaria start studying mathematics from the first grade, and the current state standards and curricula regulate the studied material and the skills that should be acquired with each completed grade. (Министерство на образованието и науката)

Study parameters

The parameters of the study are defined according to (Теория и методология на обучението по естествени науки и математика, 2002), (Бижков, Дипломната

работа не е лесна, но с компютър и интернет ..., 2002)and (Бижков & Краевски, 1995).

Research topic: Formation of digital and mathematical competences through educational computer games;

Object of the study: Mathematical and digital competences related to internet safety and content creation in a block programming environment of 5th grade students in "St. Kliment Ohridski" FLLHS, Blagoevgrad

Subject of the study: Formation of mathematical and digital competences in students of the 5th grade in "Sveti Kliment Ohridski" FLLHS, Blagoevgrad, through the use of educational computer games in Computer Modeling and Information Technology classes

Target

- To explore opportunities for the formation of mathematical and digital competences in 5th grade students through educational computer games on the topics of Internet safety and content creation in a block programming environment.

Tasks:

4. To do:
 - i. review of current literature on the topic
 - ii. analysis of the concepts of "competences" and "types of competences"
 - iii. survey of research related to game-based learning and its influence on the formation of digital and mathematical competences.
5. To create a model for implementing game-based learning in CMIT, aimed at developing digital and mathematical competences, suitable for the target group (5th grade students).
6. To approve the developed model as:
 - i. the stages of empirical research are defined
 - ii. an empirical study was conducted using the developed model
 - iii. was made of the results of the empirical study.

Hypothesis:

The use of educational computer games in teaching on the topics of "Safe Internet" and creating digital content in a block programming environment in KMIT lessons in the 5th grade will lead to higher and lasting digital and mathematical competences

Research Methods:

- Review and analysis of literature related to the subject of research
- Empirical pedagogical research: finding, formative and concluding.
- Methods of collecting empirical material: observation, testing, survey, interview.
- Statistical methods for processing and analyzing the empirical material.
- Expert evaluation of the developed educational computer games on the topic "Safe Internet".

Stages:

6. Research of current literature related to the subject of research.
7. Development of a system of tasks and games on computer modeling and information technologies for the development of mathematical and digital competences.
8. Conducting an ascertaining experiment to establish the digital and mathematical competences of students in the 5th grade:
 - Creation of a toolkit for establishing the level of digital and mathematical competences
 - Establishing an entry level
 - Determination of experimental and control group
 - Statistical processing and analysis of the results of the finding experiment.
9. Formative experiment:
 - Expert evaluation of the developed system of games on the topic "Safe Internet"
 - Determination of criteria and indicators for the reached level of digital and mathematical competences, according to the computer modeling and information technology curricula;
 - Conducting experimental training with 5th grade students in computer modeling and information technologies;
 - Tracking the achievements of students during the course of the experiment.
10. Final experiment:
 - Checking the baseline for achieved digital and mathematical competences
 - A survey and interviews on students' attitudes towards the implementation of a game-based learning model.

Structure of the dissertation

The dissertation work is structured in accordance with the set tasks. It consists of an introduction, four chapters, a conclusion, bibliography, appendices , lists of figures and tables.

In the first chapter, the terminology related to the research is examined, the essence of mathematical and digital competences is presented. A literature review related to the meaning of the concepts of game, serious game and gamification is presented. The importance of using cross-curricular connections in learning is discussed. Related prior research is presented.

In the second chapter, the training in computer modeling and information technology is presented in historical terms. An analysis was made of the KMIT and mathematics curricula for primary and junior high school. A list of the implemented tasks in the KMIT textbooks developing digital and mathematical competences is

presented, as well as a list of the interactive applications used in a generalized Topic 2. Internet from the 5th grade curriculum in e-readable textbooks.

In the third chapter, a model for the development of digital and mathematical competences is proposed, aimed at using different forms of game-based learning, teaching methods, a system of tasks and cross-curricular connections on the topics "Safe Internet" and "Computer Modeling".

The empirical study and its data analysis are described in chapter four.

In the conclusion, the main findings of the study are discussed.

HEADING 1. LITERATURE REVIEW AND BASIC CONCEPTUAL DEFINITIONS

1.2 Competence and competency

In practice, difficulties are often noticed in distinguishing between the concepts of "competence" and "competencies". In the scientific literature, there are disagreements as to which name of the term is more correct. In a number of articles there is interchangeability between the two, but there are differences in their semantics. A number of authors consider competence as a more general concept that includes certain competences. (Иванова, Илиева, & Петрова, 2014)

In the English, the same word is often used for both concepts - competence (in rare cases, competency is also used colloquially).

According to (Carretero Gomez, Vuorikari, & Punie, 2017), cited (Иванова, Илиева, & Петрова, 2014) in the European Qualifications Framework, define competence as the ability to use knowledge in different situations in a personal, work or study context. In the framework, abilities are viewed in relation to the ability to exercise responsibility and independence. Over time, the meaning of the term has become blurred, due to its frequent use as a synonym for "competence", but without specifying the meaning of the term. This leads to the feeling that the two terms can be seen as interchangeable. (Wong, 2020), (Чавдарова-Костова, 2022)

Some of the different definitions of competence are:

- American psychologist David McClelland coined the term as a way to predict performance on a task. (Wong, 2020) (McClelland, 1973)
- Klemp defines competence as a defining feature of human character, which is reflected in the qualitative implementation of tasks. (Klemp, 1980) (Chouhan & Srivastava, 2014)
- The authors (Spencer & Spencer, 1993) describe competence as skills and abilities that are acquired through work, study or in life.

The concept of competence comes from the Latin language (lat. *competere*, conformity, suitability; from the English language - competence is translated as "ability, gift").

Analogous to the definition of the concept of "competency", there are different definitions of the concept of "competence". Some of them are:

- Niche (Niss, 2002) defines competence as the possession of competence in an area of personal, professional or social life that needs to be developed and improved in the main aspects of the given area.
- Competence is seen as "an approach involving knowledge, attitudes and behaviours, procedural and cognitive skills". (Brett, Mompoin-Gaillard, & Salema, 2009) (Чавдарова-Костова, 2022)

In an educational aspect, competence can be seen as the ability to use knowledge, skills and attitudes in various situations of an educational nature, with personal and social development also linked and influencing. It can relate to different areas, including linguistic, mathematical, digital, cultural, etc., and assessment is carried out through a number of methods - tests, projects, quizzes, etc. (Министерство на образованието и науката, 2019) (Василева, н.д.) (Институт за човешки ресурси, 2022)

1.2. Digital competencies

Part of the 8 key competences for lifelong learning are 'digital/digital competencies'. Digital competences are key to development and good fulfillment in life.

Historically, the term "digital competences" was preceded by "digital literacy", first introduced by Paul Gilster in 1997 in the book "Digital Literacy". (Falloon, 2020)

Digital competences are defined as a set of skills to use technology in order to optimize and automate daily life. Their implementation should be confident and responsible for the purpose of work, entertainment and learning. (Zhao, Llorente, & Gomez, 2021)

In 2018, the European Commission issued a new version, a supplement to Digital competencies framework 2.0 - Digital Competence Framework for Citizens with 8 levels of proficiency and examples of use (DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use). (Савова, 2018)

1.3. Mathematical competencies

Mathematical competences play an important role in the development of logical thinking, problem solving and application of knowledge in various fields. The Ministry of Education and Science defines mathematical competence as competence that includes knowledge of numbers, measures and structures of basic actions and basic ways of expression and argumentation, accompanied by skills for mathematical reasoning and for applying basic mathematical principles and procedures. In addition, mathematical competence requires discovering reasons and evaluating their validity, as well as openness to creativity and innovation. (Ministry of Education and Science), (Petrova, 2021)

In "Competences and frames of reference", mathematical competences are defined as the ability to develop and apply mathematical thinking in solving a variety

of problems in everyday life situations, to use mathematical ways of thinking and representing (formulas, models, concepts, graphs and diagrams) (MES).

Building and developing mathematical competences is a complex and long multi-component process. Skills can be built both in regular math classes and in classes in other subjects such as computer modeling, physics, chemistry, etc.

In Mathematical competencies and the learning of mathematics : The Danis KOM project , (Niss, 2002)Niš describes mathematical competence as a complex process involving measurable skills, which he calls competences. It adds that mathematical competences can also be defined as the ability to understand, evaluate and use mathematics in different internal and external mathematical contexts, as well as in situations where mathematics plays an important role. It distinguishes 8 basic cognitive mathematical skills, defined in two groups. (Giovannina Albano , 2014)

In the definitions of the Ministry of Education and Science, Nisch, Littner et al., mathematical competences are considered in the context of the exact sciences, while in the European framework for building basic competences for lifelong learning in European schools it is considered as a skill that can be applied in everyday life. In all the listed definitions of mathematical competences, the word "understanding" does not appear. One possible reason for this is the fact that the term 'understanding' is broad and difficult to define precisely.

1.4. Game

Piaget noted that games help students develop their technical skills but also develop their imagination. They also encourage students to take an active role in the learning process, which in turn reinforces active learning, experiential learning, and problem-based learning. (Piaget, 1970)Studies (Groff, McCall, Darvasi, & Gilbert, 2016) (Romine, 2004) (Taratori & Kougiourouki, 2011) (Papadakis, 2018)done on the subject indicate that the use of games and game elements during lessons increases the positive atmosphere in the class and among classmates.

In the scientific literature, many different definitions of what constitutes play stand out. Some of these are discussed by Eric Burns in *The Games People Play* (Ерик Бърн, 2022)and Miltenov (Miltenoff)

Similar features are noticeable in the definitions. A significant number of them make a connection between play and voluntary activity, which leads to fun and enjoyment involving rules. The different application of the games necessitates the introduction of different terms according to their purpose and degree of use.

1.5. Serious and educational games

Games that are created for a purpose other than entertainment are called "serious games".

In 1970 Clark Abt first coined the term "serious games". For Abt , serious games are not used for entertainment purposes, but have "an explicitly stated and carefully considered purpose". (Терзиева, Голев, & Ставрев, 2017)

Zida describes serious games as an intellectual competition played with a computer, following specific rules. The element of fun leads to "...management of

company training, education, healthcare ...". (Michael, 2005), cited by (Терзиева, Голев, & Ставрев, 2017).

"Educational computer games are games that are aimed at a specific educational content, solving didactic tasks - the player learns new knowledge, skills, checking, evaluating, as well as consolidating knowledge and skills using a computer. They have the features and elements of computer games. The games are designed to be educational, but at the same time retain their 'fun character.'" (Дурева & Касева, 2011) We can consider OKI as a subset of serious games.

1.6. Gamification

Looking at the terminology, the question undoubtedly arises as to whether any activity that has a fun nature mixed with educational goals and competition is an educational game/game. The use of game elements (mechanics) in various aspects and spheres (education, psychology, business, etc.), which aim to motivate and retain the user's attention, in general, is called gamification and leads to an increase in motivation and pleasant experiences. Many of the definitions include the theory that "gamification increases motivation/creates more exciting experiences" as well as "gamification solves problems". The term derives from the English word "gamification" and has no exact Bulgarian analogue. In our literature "... the neologisms "gamification" and "gamification" are used". (Stoyanova, Tuparova, & Samardzhiev, 2018)

1.7. Gamification in education

Gamification is a concept that can be implemented in any sphere of human life, turning ordinary tasks or problems into unforgettable emotions. One of the main reasons why gamification is so used is its motivating and engaging nature combined with enjoyable experiences. It helps to develop and increase the level of creativity, logical thinking and engagement of users.

The use of gamification helps to unlock talents and opportunities, as well as interests in a given field. It is possible that the concept of gamification helps in finding the balance, and even turns out to be an essential resource for increasing the motivation, interest and knowledge of learners. Huang and Soman define five steps (Wendy Hsin-Yuan Huang and Dilip Soman, 2013) through which effective gamification can be implemented in the learning process.

The use of gamification in education is a process, the outcome of which may vary depending on the students to whom it is applied.

1.8. Related prior research

The topic of developing digital and mathematical competences in different aspects and through different approaches is touched upon in the studies of various Bulgarian and foreign authors. The authors consider the development of specific mathematical or digital skills through information technology and informatics. For example, in dissertation works: (Касева, 2015) examines the possibilities of developing algorithmic skills of 2nd grade students through information technology; The work (Ангелов, 2018) examines the application of a competence model for the

development of students' computational thinking; in (Табакoва-Комсалова, 2018) is analyzed the formation of algorithmic thinking among students in primary school and junior high school through informatics and information technology education; The work (Стоянова, 2018) examines the application of information technologies in the teaching of mathematics at the high school level of the secondary school.

Psychological and educational difficulties are often observed in students, moving from primary to junior high school. The reasons may be due to working with a larger group of teachers, the different requirements and teaching methods they have; introduction of new academic disciplines; the increased volume of study material; changing schools and even entering puberty, as well as other individual or group factors.

In the teaching of mathematics and computer modeling and information technology (CMIT) in the 5th grade, it is also possible to observe demotivation and difficulties caused by the appearance of more voluminous study material, etc. The use of gamification and educational computer games positively affects the level of interest of students and can be successfully implemented to address the described difficulties in the 5th grade.

Conclusions

The theoretical apparatus is well developed due to its application in various educational levels, but above all in the initial stage of education in (Касева, 2015). There are good practices and analysis for using game-based learning. For the training needs of the target group (5th grade students studying at CMIT) in the field of research (Formation of digital and mathematical competences through educational computer games) no developments were found .

Digital technologies are an indispensable part of people's daily lives nowadays. Of key importance in life is the development of skills for correct and optimal use of digital devices. Digital competences (a set of skills to use technology in order to optimize and automate everyday life) and mathematical competences (understanding and using mathematics in different contexts and real-life situations) are built both in a supervised setting in an educational institution, and in an unsupervised setting - in everyday life. Competency mastery level can be increased:

- In the course of the educational process, without using additional methods;
- By solving tasks with a practical orientation;
- By realizing interdisciplinary connections;
- By using game-based learning.

HEADING 2 EDUCATION IN MATHEMATICS, COMPUTER MODELING AND COMPUTER MODELING AND INFORMATION TECHNOLOGY

1.2. The teaching of computer modeling and computer modeling and information technology in historical terms

In Bulgaria, in the 1960s, the subjects "Programming" and "Numerical methods" were introduced for the first time in the so-called "mathematical classes".

In 1979, under the leadership of Acad. Bl. Sendov, the Educational Problem Group (EPO) at the Bulgarian Academy of Sciences initiates experimental training in informatics. It is held in 27 schools and is carried out by studying the LOGO language (Дурева - Тупарова, 2003).

During the 1986-1987 school year, (Гъров, 2000) (Дурева - Тупарова, 2003) the students of the X and XI grades for the first time start to study the subject "Informatics" with a schedule of 2 study hours, which makes Bulgaria one of the first countries to introduce the subject. The first information and computing center in a secondary school was opened in 1983 in the Mathematical High School "Academic Kiril Popov", town Plovdiv.

The next more significant change was in 1994. Students from the 9th and 10th grades begin studying a new subject - "Information Technologies" (IT). It was only in 2006 that it was introduced for junior high school students (grades 5-7), and for this purpose a National Strategy for the introduction of Information and Communication Technologies (ICT) in Bulgarian schools was created. In the first academic year of studying information technology, students have studied 3 or 4 of the following 8 modules (typical curricula) (Дурева - Тупарова, 2003): Operating systems with a text interface; Word processing; Spreadsheets; Databases; Computer graphics (design); Information technology for mathematical research; Graphical user interface MS WINDOWS; "Internet for Beginners" and "Internet for Advanced".

In the academic year 2018-2019, the subject "Computer Modeling" was introduced for the first time for the students of the 3rd and 4th grades with a timetable of one hour per week (based on the introduction in 2016 - Law on Preschool and School Education (ZPUO)). The curriculum includes basic competencies for digital devices, safe use of the Internet, presentation of information in digital devices and working with information, as well as visual programming (Scratch, Mblock, Kodu, etc.).

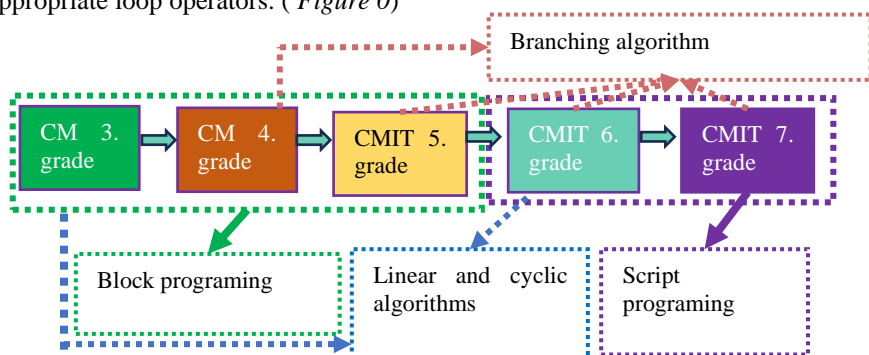
From the academic year 2021-2022, the subject "Computer Modeling and Information Technologies" is gradually being introduced for students in pre-high school with a one-and-a-half-hour course. The subject should be a natural extension of "Computer Modeling". With the thus created plan for the introduction of the subject, by 2023-2024 all students from the pre-high school stage will study "Computer modeling and information technologies".

With the changes implemented in this way, a logical smooth transition and upgrading of the competences of students from 3rd to 7th grade in the field of

computer modeling (programming) is created. Only students in profiled classes with intensive foreign language study with the profile "Mathematics", "Software and Hardware Sciences", "Economic Development" or "Natural Sciences" according to Ordinance No. 5 (ЦИОО-МОН, 2015) can continue to develop their programming competences at school .

2.2. Curriculums in computer modeling, computer modeling and information technology

In the curricula for each of the classes, the relevant digital competencies are described as expected learning outcomes. 3rd grade students begin their studies in Computer Modeling with topics related to working with digital devices - switching them on and off. Topics supporting mathematical and algorithmic thinking are set at the end of the first term. (МОН, 2018) Working with variables and a branching algorithm is introduced in the 4th grade, and the competences for safe work in the Internet space are upgraded (МОН, 2018). Learning to work in a visual programming environment continues in 5th grade, when students acquire competencies to build an animation algorithm using their own blocks. (МОН, 2020) A scripted textual programming language is introduced in the 6th grade. Students should be able to examine and construct linear, cyclic, and branching algorithms, as well as to render animations using the means of a scripting language. (МОН, 2020) Their competences are upgraded in the 7th grade with differentiating data types, determining the data type according to specified requirements, applying appropriate loop operators. (*Figure 0*)



Фигура 0.1 Схема на училищното образование по КМ и КМИТ

2.3 . Curriculum in mathematics and the possibility of making interdisciplinary connections

Mathematics is a general education subject and is studied from the 1st to the 12th grade, with a decrease in the number of hours after the completion of the junior high school stage in classes that do not have a mathematical profile. Table 0.1 shows the distribution of the weekly and annual hours in mathematics (general education subject) for 1-12. class.

Table 0. 1 Weekly and annual horary on the subject of mathematics (compulsory general education subject) for students from I to XII grades

Stage	Class	Weekly horarium	Annual horarium
Primary	I	4 h.	128 h.
Primary	II - III	3.5 h.	112 h.
Primary	IV	4 h.	136 h.
Secondary school	V - VII	3 h.	108 h.
I high school	VIII - IX	3 h.	108 h.
I high school	X	2 h.	72 h.
II high school	XI	2 h.	72 h.
II high school	XII	2 h.	62 h.

The state educational standard examines the expected learning outcomes, grouped in the following areas: Numbers; Figures and bodies; Functions and measurement; Logical knowledge; Elements of Probability and Statistics; Modeling(Министерство на образованието и науката, 2015)

The transition from IV to V grade is often accompanied by a large set of changes for students. It is of great importance to master the necessary knowledge of mathematics in the fourth grade. From what was learned in the 4th grade, students should know and compare multi-digit numbers with an order of a billion; present the studied numbers as a sum of units of different orders and classes; they draw a circle with a compass and an angle according to a set measurement unit; know the measurement units for a person and their designations; divide multi-digit numbers by a single-digit number; multiply a multi-digit number by a two-digit number, etc.

The 5th grade math curriculum covers operations with fractions and numerical expressions; the knowledge of the geometric figures triangle and quadrilateral is upgraded; cube and parallelepiped and logical expressions are introduced. The relevant competences expected as learning outcomes of the student are specified. They include – application of signs of divisibility by 2, 3 and 5; finding OD/NOD; performing operations with proper and improper fractions, finding distance between two points, etc. (MES, 2021)

6th graders are introduced to the set of rational numbers, exponentiation, working with proportions as well as sets are introduced, knowledge related to equations and geometric figures is developed through the study of a regular pyramid, a right circular cylinder, a right circular cone, sphere and orb.(MOH, 2021)

For seventh graders in the "Numbers" area of competence, the study of - polynomials and actions with polynomials is provided; formulas for abbreviated multiplication (FSU); actions with rational expressions; solving modular equations. In the "Figures and solids" area, work with angles - construction, measurement, comparison and determination of type is set; finding congruent triangles; applying the isosceles triangle rules, median to hypotenuse in a right triangle; recognizing the elements of a parallelogram. (MOH, 2021)

Referring to Bezurkova , Nikolova (Николова Е. , 2019)describes pedagogical integration as the highest form of expression of unity of goals, principles, content, forms of organization of the learning and education process. It allows avoiding repetition in subjects, which provides learners with additional time to explore new areas. Cross-curricular connections contribute to deeper learning of concepts, building and developing competencies. Their passive role is the practical application of specific skills, as well as the logical connection of one subject to another. They can lead to an increase in student motivation.

One of the essential conditions for the successful realization of interdisciplinary connections is the availability of synchronized curricula (mathematics and computer modeling and information technology). It is necessary to clearly formulate the goals and tasks of the lesson, the connections between concepts, topics and problems in both subjects. (Николова Е. , 2019)For a given topic from one subject area, cross-subject connections with several and different topics or subjects can be realized. For example for topic *5.1. Creating graphic images with the studied language for block programming* from the curriculum for КМИТ - 5th grade, interdisciplinary connections can be realized with the topic *Basic geometric figures* from the curriculum for Mathematics 5th grade. The inverse relationship between subjects and topics is not always feasible. Table 0shows the possibilities for implementing subject connections in КМИТ education with mathematics education, where "*" indicates a situation in which the text contains information from the relevant mathematical field. Their use can be apparent (in the task condition itself) and indirect. There are 13 different collectives of authors, 10 publishing houses (Министерство на образованието и науката, 2022).

The main topic of Computer Modeling is divided into 3 general topics in the КМИТ curriculum for the 5th grade.

- 5.4. Creating graphic images with a studied programming language
- 5.5. Creating and using your own blocks and subroutines
- 5.6. Creating an educational project with the means of the studied language for block programming

The largest total number (18) and tasks divided by topics, developing both digital and mathematical competences, are presented in (Ангелов, Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, & Стоянова, 2022 а), and the smallest – 2 in (Плешкова-Бекярска, Манолова, & Христова, 2022). The average number of tasks realized in a general topic unit is 2.5, which can be considered unsatisfactory. Between 2 and 4 tasks in a topic from the curriculum were implemented en masse. An exception is the textbook (Ангелов, Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, & Стоянова, 2022 а), in which the number of completed tasks is 7, 5 and 6 for topics 5.1, 5.2 and 5.3 of the curriculum, respectively.

Table 0. 2 Possibilities for cross-curricular connections between mathematics and computer modeling and information technologies (5th grade PG)

CMIT	Mathematics				
	Divisibility	Common fractions	Decimal fractions	Basic geometric figures	Geometric bodies
1. Computer system and information technologies			+		
2.4. Searching for information on the Internet	+	+	+	+	+
3.1. Work with audio and video information	+	+	+	+	+
4.3 Drawing and freehand drawing tools				+	+
5.1. Creation of graphic images with studied language for block programming				+	+
5.2. Creation and use of own blocks or subroutines	+	+	+	+	+
5.3. Creating an educational project with the means of the studied language for block programming	+	+	+	+	+
6.1. Basic concepts and rules in computer word processing. Load, edit and save a text document	*	*	*	*	*
6.2. Entering and editing text in Bulgarian and foreign languages	+	+	+	+	+
6.3. Text formatting at the character level and at the paragraph level					
7.1. Spreadsheets – purpose, basic elements, experimentation with data		+			+
7.2. Diagrams	+	+	+	+	
7.3. Characteristics of the layout of cells and data		+	+		
8. Creation of a computer presentation	+	+	+	+	+

The largest total number (18) of tasks divided by topics, developing both digital and mathematical competences, are presented in (Ангелов, Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, & Стоянова, 2022 а), and the smallest – 2 in (Плешкова-Бекърска, Манолова, & Христова, 2022). The average number of tasks realized in

a general topic unit is 2.5, which can be considered unsatisfactory. Between 2 and 4 tasks in a topic from the curriculum were implemented en masse. An exception is the textbook (Ангелов, Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, & Стоянова, 2022 а), in which the number of completed tasks is 7, 5 and 6 for topics 5.1, 5.2 and 5.3 of the curriculum, respectively.

Due to the fact that programming in Scratch requires the positioning of a character in a coordinate system, in all textbooks the competence is represented and propaedeutics on the topic of Rational numbers, 6th grade is carried out.

In general, the most tasks developing mathematical competences (MC) are implemented in topic 5.1. Creating graphic images with a studied programming language. Two types of tasks are observed through which MK is developed - Draws a triangle, square, rectangle, parallelogram:

The mathematical competences that are developed in Topic 5.2. are drawing a triangle, square, rectangle, parallelogram. The authors(Ангелов, Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, & Стоянова, 2022 а) they are the only ones to add a task that develops skills for applying the concept of a simple fraction and the concepts related to it (numerator and denominator, proper and improper fraction). The smallest total number of tasks developing MC is in Topic 5.3. Creating an educational project with the means of the studied language for block programming. The authors of the textbooks in which there are the least realized connections with mathematics in the subject have emphasized tasks reflecting on the curriculum in geography, biology and history, as well as topics related to recycling.

During the analysis, access to the electronic platforms and additional resources of "Prosveta" and "Klet Bulgaria" publishing houses is available.

The electronic platform e-prosveta.bg provides an opportunity to work with an electronic version of a relevant textbook, as well as interactive applications (tasks) to relevant lessons. There are two author collectives, and the types of interactive elements used are: Dictionary; Filling in missing words; Multiple choice questions; Checkbox questions; Yes-No questions; Arrangement of elements in a sequence; Connection; Filling in missing words; Element recognition; True or false questions; Sorting.

A total of 18 interactive tasks of 8 different types have been implemented in the Internet section . (Дурева-Тупарова, Тупаров, Марчева, Стоянова, & Ангелов, 2022)The authors (Николова, и др., 2022)have prepared 5 interactions of 3 different types in the Internet section.

"Klet-Bulgaria" publishing house together with the mobile operator Yettel and the Bulgarian Center for Safe Internet provide access to specially developed lessons on the topic of Safe Internet, through the izzi platform . The lessons, including interactive tasks and videos, are intended for students from 1st to 4th grade, divided as follows - I grade - "Recognition of emotions and harmful content on the Internet"; Class II - "NETIQUETTE: Rules for communication and behavior on the Internet"; Class III - "Online and offline balance"; Class IV - "Online Peer Bullying".

Conclusions to Chapter Two

The development of digital technologies is at an extremely fast pace. This leads to imperative changes in the curricula and the introduction of a new subject in junior high school (grade 5) - Computer Modeling and Information Technologies (CMIT), which is defined as a natural continuation of the subject Computer Modeling (CM). The Ministry of Education and Science has approved 13 textbooks on the subject that can be used in Bulgarian schools. The chapter examines the implemented tasks in the textbooks that develop mathematical competences in the subject of Computer Modeling. For a significant part of the textbooks, it is necessary for the authors to pay attention and increase the number of tasks developing MK.

In the new KMIT subject, Topic 5. Computer modeling with 3 generalizing topics has been introduced, which create favorable opportunities for realizing cross-curricular connections with the teaching content of Mathematics in the form of tasks, projects, etc. The question remains whether the positioning of the subject "Computer Modeling" as a fifth subject, rather than a more advanced position, really makes the subject a "natural extension" of Computer Modelling.

HEADING III MODELS FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL AND MATHEMATICAL COMPETENCES

3.1. Description on the model

3.1. 1. General diagram of the model

Figure 0 presents a general scheme of the model for the development of digital and mathematical competences.

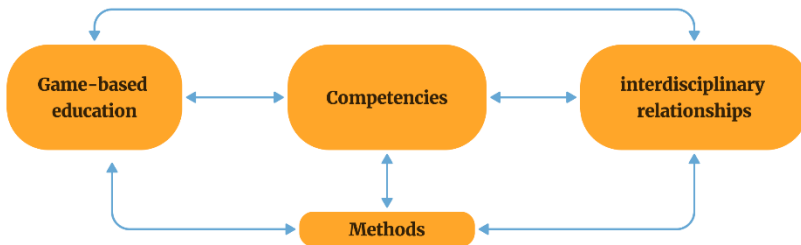


Figure III.1 Model for the development of digital and mathematical competences

The basis of the model are the games, bidirectionally connected with the other elements. The creation and implementation of games requires a good knowledge of the different methods that can be used to develop relevant competences in more than one area (by making cross-curricular connections).

3.1.2. Implementation of the model

For the implementation of the model and the creation of games, the block programming language Scratch and the corresponding programming environment for it were chosen.

The proposed games and tasks on computer modeling and information technology were used during regular classes on CMIT (blocks for the Computer

Modeling section). They were implemented with two batches of 5th grade students within two academic years who studied KM in 3rd and 4th grade.

The pre-developed games are on the theme of "Safe Internet" and are created with a licensed version of Adobe Captivate . (Figure 0. 2, Figure 0. 3 and 0) . In some of the sample games and tasks, the "Pencil" library is used, which is familiar to the students from the material studied in the 3rd grade of KM.



Situation 1



Feedback



Situation 3

Figure 0.1 Screenshots Task 1



Beginning of the game



Instructions



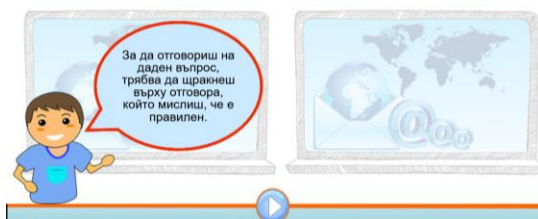
Question 3

Figure 0.2 Screenshots Task 3



Beginning

Да спасим Поли



Instructions



Question 3

Figure 0.3 Screenshots Task 3

3.1.3. Tasks set

In order to maintain the level of interest and increase the level of motivation of the students, it is important to provide the opportunity to solve tasks of different types. Learners manage to quickly form a habit and lose interest in types of tasks that they have already solved several times. Therefore, it is important for the teacher to maintain the level of interest and engagement. The use of various methods, tools

and a set of tasks is a good prerequisite for keeping the student's interest during the learning process. For this reason, the proposed set of tasks includes tasks related to creating or using games and working on a project. The connection between the two types of tasks is realized through the introduction of projects with game elements. (*Figure 0*)

The total number of implemented tasks in the model is 17, grouped into two types: Games and Project work. Nine of the tasks are own, 4 adapted and 4 – tasks from a textbook. The total number of realized games in the model is 6, the tasks representing project work are 11 in number (the number of projects with game elements is 4, and those without game elements - 7) .

3.1.4. Tasks to develop both mathematical and digital competences

The tasks from the proposed model support the development of competencies from two groups - digital and mathematical. The areas of digital competences that are developed according to the DigiComp 2.2 classification (Riina, Stefano, & Yves, 2022-03-17)are: Information and data literacy; Security; Communication and Digital Content Creation. The mathematical competences affected by the tasks are: Performing operations with fractional numbers; Applying an algorithm to compare and order numbers by size; Drawing geometric figures; Finding elements of geometric shapes.

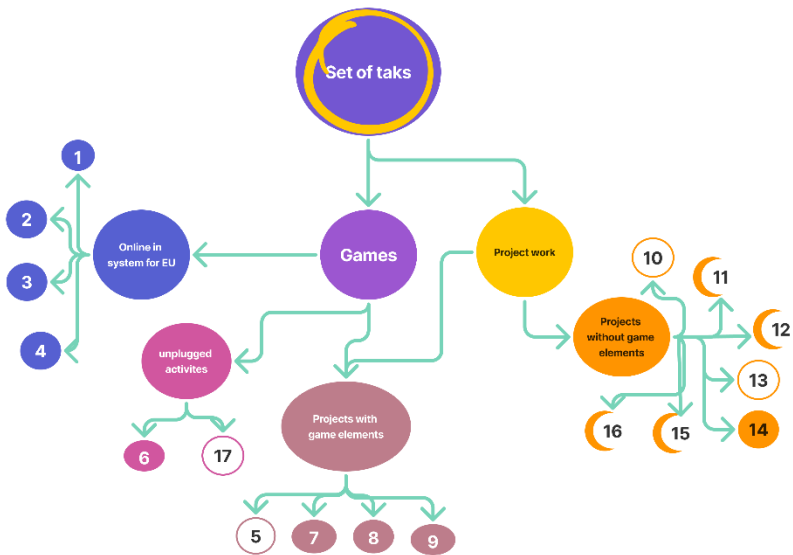


Figure 0.4 Set of tasks

Tasks 1 and 6 test students' theoretical knowledge of copyright. Through task 5, the aim is for students to acquire the skills to discover information, sift, edit and present the information they need according to a given topic.

A test of the ability to protect personal data is realized in tasks 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7. As tasks 1-5 also affect competences for communication in a digital environment. From the task group, **task 7 - "Sea of Passwords"** is implemented in the Scratch block programming environment . The task has the following scenario:

Netko is a diver who likes to dive into the sea of passwords to access user profiles on the Internet. Unfortunately, Netko wasn't careful in his Computer Modeling and Information Technology classes, so he doesn't know which password is secure and which is weak. Create a project in the Scratch block programming environment in which Netko moves using the arrows. When the character touches a secure password, it should be hidden, and the value of the variable counting them should increase by one, when touching a weak one, Netko should move away from it, and the password should remain visible.

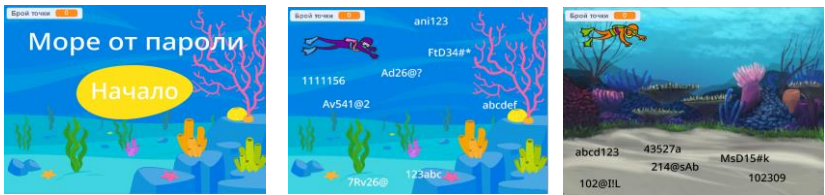


Figure 0.5 Interfaces subjected by EG, tasks 7

Through tasks 5 and 6 search and filtering of information and digital content is carried out, while 1, 3 and 7 – management of data, information and digital content.

Tasks 8-17 address a digital content creation skill (programming) and mathematical competences at the same time. They require extra attention from the teacher. When applying the model and solving this type of problem, the students should remain convinced that the program will solve the mathematical problems without the need for the students to solve them themselves. It is necessary to pay additional attention and explain why this is not possible and what is the need for the students themselves to solve the mathematical problems in advance.

Task 8 – Math Quiz

Annie and Danny, who are the main characters in the game, have math homework. In the form of a quiz, the questions from the homework, which are on the "Fractions" section, are asked . The student, using the keyboard, must give a correct answer to the task in order to receive a point and continue to the next task. All problems are from the sections: Decimal fractions, common fractions, parts of a number and percent.

Tasks:

Calculate:

7. $2 + (3 - 0,5) - (4,5 - 3,5 + 2)$

8. $\frac{36}{100} + \frac{1}{15}$

9. $\frac{4}{15} + \frac{2}{9}$
10. 23% от $(22,5 + 40,5)$
11. $\frac{2}{3} \cdot 0,021$
12. 3% от $3\frac{1}{3}$



Figure 0.6 Interface suggested by EG, Task 8

Task 9 - Christmas Quiz (own task)

Christmas is approaching and Santa has lost his way to his house. In the form of a quiz, questions are asked on the material "Common fractions". For each correct answer, the player receives one point, and Santa Claus moves one step closer to home, for each wrong one - 1 point is deducted, and Santa Claus moves away. The game ends when three wrong answers are entered.

Tasks:

5. How much is it equal to? $\frac{7}{15} - \frac{3}{10}$
6. What is the reciprocal of $\frac{12}{36}$
7. A chocolate and a cake weigh $\frac{11}{20}$ kg in total. If the chocolate weighs $\frac{3}{10}$ kg, how much does the cake weigh?
8. Are the numbers 13,72 and $13\frac{18}{24}$?

The game can also be implemented with questions from other scientific fields and subjects.



Figure 0.7 Interface suggested by EG, Task 9

3.1.5. Methods

Andreev describes the teaching method as "an ordered system of interconnected methods of the teacher's pedagogical activity aimed at achieving cognitive didactic, educational and developmental goals." A method is an element that guides the students in the implementation of a didactic task. (Андреев, 1981)

The various classifications of learning methods related to learning in informatics and information technology are discussed. (Дурева - Тупарова, 2003)

Five types of methods were used in the present study. Four are considered by (Дурева - Тупарова, 2003), for teaching and acquiring knowledge, skills and habits: Practical activity – two (exercise and project); Oral communication – one (Dialogue methods); Direct investigation of reality - one (examination of documents); and one - Kato's flipped classroom (Акçайыр & Акçайыр, 2018) used more than one method in the implementation of one task. For example, for the implementation of task 5, the methods used are Project, Document Study, Dialogue methods. The tasks for which the largest number of different methods (3) were used were Task 1 and Task 5. (Figure III. 9)

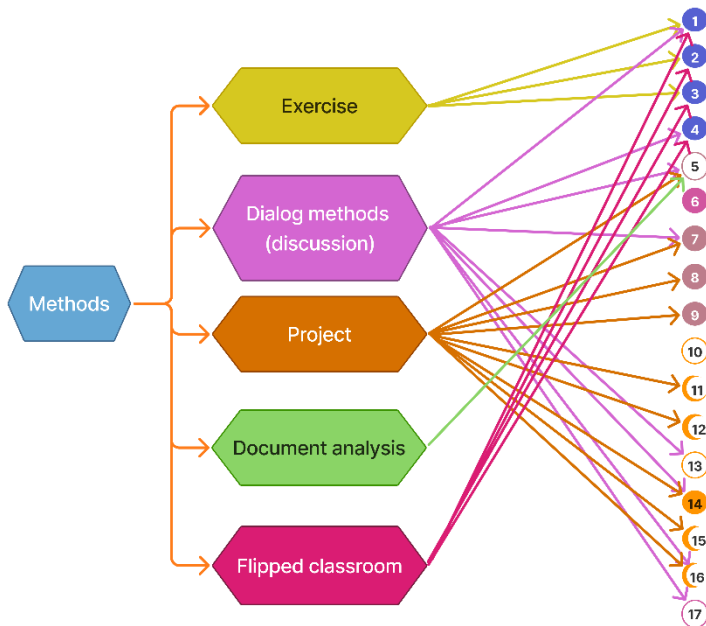


Figure 0.8 Relationships between individual tasks and the methods by which they are implemented

Moodle e-learning platform . Access to the resources was provided only to the students of the experimental group. Each student was pre-registered with a unique username and password, tailored to the age group.

HEADING IV EMPIRICAL STUDY OF THE MODEL

4.5. Description of an empirical study

The experimental application of the model for the formation of digital and mathematical competences through educational computer games was carried out with students of the 5th grade in the Secondary School for the Study of Foreign Languages "St. Kliment Ohridski", Blagoevgrad in the period 2021/2022 - 2022/2023 academic year. The total number of students included in the experiment is 59, the experimental group (EG) includes 33 students, and the control group (CG) - 26. Both groups study the subject Computer modeling and information technologies - general education for 1.5 hours per week, according to the weekly schedule .

The model for the formation of digital and mathematical competences through educational computer games was applied in the training of computer modeling and information technologies in the experimental group in the KMIT classes.

For the purposes of this study, the following research toolkit was created:

- Test to establish students' entry level (Appendix #1)
- A survey to investigate students' attitudes towards the applied model
- Test to establish the starting level of students in the 5th grade. The test was also applied for the entry level in the 6th grade in order to establish the durability of knowledge.
- Survey of expert evaluation by teachers of the model

The empirical research was conducted in the following stages:

2. Finding experiment:
 1. forming an experimental and control group
 1. 2. establishment of entry level of both groups in September 2021 and 2022
 1. 3. determination of criteria for the reached level of digital and mathematical competences, according to the computer modeling and information technology curricula.
4. A formative experiment
 - 2.4. expert evaluation by teachers of educational computer games on the topic "Safe Internet"
 - 2.5. conducting experimental training with 5th grade students in computer modeling and information technologies
 - 2.6. tracking student achievement over the course of the experiment.
5. Final experiment:
 - 3.3. checking the baseline for achieved digital and mathematical competences
 - 3.4. survey on students' attitudes towards the proposed game-based learning model

4.6. Analysis of results

For the analysis of the results, data were taken from the students participating in all the tests - entry level in the 5th grade, exit level in the 5th grade and entry level in the 6th grade.

Jamovi were used for data analysis . Tests were applied to verify normality of distributions, comparison of dependent and independent variables, descriptive statistics, coefficients for assessing the reliability of the tools used. All statistical tests were applied with a significance level of $\alpha=0.05$.

To check the normality of the distributions, the Shapiro-Wilcoxon test was applied , which can be applied to smaller samples ($n < 50$) . (Mishra, и др., 2019)The test was applied with a null hypothesis:

H_0 – Data distribution is normal.

and alternative hypothesis:

H_1 – The distribution of the data is not normal.

For all other comparisons, a null hypothesis was raised H_0 – Няма статистически значима разлика в резултатите на учениците от ЕГ и КГ for the respective sections or cognitive levels. A one-sided alternative hypothesis

was formulated. H_1 –The results in EG are higher than the results of CG for the respective sections or cognitive levels.

4.6.1.A confirmatory experiment

The test used to determine the entry level (*Appendix #1*) includes 21 questions divided into 3 groups - "Safe Internet", "Computer modeling" and questions that are from the computer modeling section but include mathematical aspects, Mathematics for brevity. A test specification has been developed (*Appendix #1*). The test was administered in the control and experimental groups in two consecutive graduations.

4.6.1.1. Comparison of total marks in entry level between EG and CG

The results of the applied statistical tests show that the entry level test data in both groups (EG and CG) follow a normal distribution. The statistics are respectively $p = .307 > .05$; $df = 33$ for EG and $p = .321 > .05$; $df = 26$ for CG in the Shapiro-Willcoxon test . (*Figure 0*)

Both samples follow a normal distribution, therefore a Student 's t-Test was applied using the Jamovi software package

It was found that there is no statistically significant difference between the total results of the students of the two groups $t(57)=1.122, p=.267>.05, d=.2942$.

4.6.1.2.Comparison of results by sections between EG and CG

Mann-Whitney test for independent samples was applied to compare the results on each of the three groups of questions (Safe Internet, Computer Modeling and Mathematics) .

For all three sections, there is no reason to reject the null hypothesis (there is no statistically significant difference in the distributions) . For the Safe Internet section, the statistics are $U=408, p = .736 > .05, \rho = .0501$. For Computer Modeling section the statistics are $U= 320 , p = .093 > .05, \rho = .2552$. For Mathematics section the statistics are $U= 385 , p = .498 > .05, \rho = .1026$.

4.6.2. Analysis of results from a formative experiment

During the formative experiment, the learning model discussed in the present work was applied to the students of the experimental group.

In addition, the developed educational computer games were provided to teachers from all over the country with a request after using the games to fill out a questionnaire to evaluate the usefulness of the games and the attitude of students to the games on the topic of safe Internet, described in Chapter III of the present work (Task 1 – Task 4) - “What will you do if ...”, “Let's save Polly”, “Get rich”, “Let's sort the puzzle”.

4.6.2.1.Results of the survey among expert teachers

Of the surveyed teachers, 62 are women and 2 are men. The experts who rated the games were mostly between the ages of 41 and 50. The teachers with the longest experience – more than 20 years are 23 in number, those with the least (1-5 years) – 24 in number. The number of experts who tested the games in all three classes (5th, 6th and 7th grade) is 16.

The reliability of the survey was analyzed using Cronbach 's Alpha coefficient . The coefficient of all questions for all three games is .961. The Cronbach 's Alpha coefficient of the Game Rating Scale questions in the 5th grade age group was .875. The test was administered with the SPSS IBM Statistics software package. In both cases, we have adequate reliability of the used instrument (the survey).

According to the data obtained, according to the teachers, the students show a positive attitude towards the games.

Applied Friedman and Wilcoxon tests show that:

- Like funniest for students observed from the experts , yes proves the game Get Up rich "- average value in grades 4.71.
- The games did not make it difficult for the students.
- According to the teachers, the games "Get rich" and "Let's arrange the puzzles" are the most useful for students.
- All games develop digital competences on the topic "Safe Internet".

4.7. Analysis of results from a final experiment

4.7.1. Analysis of baseline results in EG and CG

At the end of the training, the development of digital and mathematical competences in EG and CG was checked with an exit test (*Appendix No. 3*). There are 24 questions in the test, testing skills in 7 groups:

In order to check the durability of students' knowledge, the same test was also applied to check the entrance level in the 6th grade.

Mann - Whitney U) was applied and Shapiro-Wilcoxon test (Shapiro - Wilcoxon).

4.7.1.1. Comparison of the total number of points in the starting level between EG and CG

Shapiro-Wilcoxon test was applied to check for normality of distributions.

The results of the applied statistical tests show that the baseline test data in both groups (EG and CG) follow a normal distribution. The statistics are respectively $p = .120 > .05$; $df = 33$ for EG and $p = .482 > .05$; $df = 26$ for CG in the Shapiro-Willcoxon test . A Student 's t-Test was applied using the Jamovi software package .

The statistics show that there is a statistically significant difference between the total results of the students of the two groups $t(57) = 3.39, p = .001 < .05$; $d = .890$, thus rejecting the null hypothesis .

4.7.1.2. Comparison of results between EG and CG by sections

For the Computer Modeling (KM) and Mathematics (Mat.) sections, the Shapiro-Wilcoxon test gives us reason to assume that the EG samples follow a normal distribution. The same applies to KG. For the section Safe Internet (BI) in EG and CG there is no normality of the distribution. Jamovi software indicates the presence of differences in variances in the statistics of KM and Mathematics sections . For this reason, Welch's non-parametric test was applied to compare the results on each of the two groups of questions (KM and Math.) for independent samples. For

the Safe Internet section, the Mann-Whitney non-parametric test was applied. Tests are attached for each section:

The statistics obtained from the applied Welch test for sections "Computer Modeling" ($t(4.29) = 53.8, p = .001 < .05; d = 1.09$) and " Mathematics" ($t(4.30) = 54.8, p = .001 < .05; d = 1.10$) give reason to reject the null hypothesis and accept the alternative hypothesis . The results of the EG students in initial level assessments in the relevant section in the 5th grade are higher . The results in EG are statistically significantly higher than the results in CG for the Computer Modeling and Mathematics sections.

Table IV .2 presents a summary of the applied tests .Opresents summarized information from the comparative analysis of knowledge durability in EG and CG for the overall results and the results by group - Safe Internet, Computer Modeling and Mathematics .

Table 0. Summary information on the comparison of EG and CG results at entry level 5th grade and entry level 6th grade, by sections

Criterion	Result EG	Result KG
Total score	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is a statistically significant difference. Students lower their scores.
Safe internet	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is no statistically significant difference. Students save their results.
Computer modeling	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is a statistically significant difference. Students lower their scores.
Mathematics	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is a statistically significant difference. Students lower their scores.

4.3.2.4 Comparison of the results of the exit level in the 5th grade and the entry level of the 6th grade for EG and CG by cognitive levels for the section "Safe Internet" and "Computer Modeling"

Student's t test or Wilcoxon W test were applied for data analysis depending on whether the data follows a normal distribution or not. The Student's test was applied to CG on cognitive level Appendix, section KM. The Wilcoxon W test was applied to all cognitive levels for sections BI and KM for EG . For CG, the test is applied to all cognitive levels, except cognitive level Application for Computer Modeling section

Among the EG students, no statistically significant differences were observed in the results for the level of knowledge Knowledge ($p = .230 > .05; d = .1930$) and level of knowledge Appendix ($p = .624 > .05; d = -.0784$) from Entry Level 5. Grade and Entry Level 6. Grade for Safe Internet section. Students in EG keep their test results at the entry level 6th grade compared to the exit level 5th grade. For the CG students, the null hypothesis is also confirmed.

With regard to the results of the EG by cognitive level Analysis for the section "Computer Modeling" with a significance level of .05, the null hypothesis is rejected H_0 - There is no statistically significant difference in the distributions of the results of the test, starting level 5th grade and entering level 6th grade Observed a drop in the students' results in the EG for the cognitive level.

Regarding the results of the CG, the null hypothesis is confirmed for all investigated cognitive levels.

Regardless of the fact that we have a decrease in the results in EG in relation to the highest investigated cognitive level - Analysis, EG students have higher results than students in CG. The average entry level values for 6th grade, Analysis level for EG is 6.061 and for CG is 3.651.

in Table 0.

Table 0. 2Summary information on the comparison of the results of EG and CG at the starting level, 5th Grade and entry level 6th grade, by cognitive level

Criterion	Result EG	Result KG
Knowledge, Safe Internet section	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is no statistically significant difference. Students save their results.
Appendix, section "Safer Internet"	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is no statistically significant difference. Students save their results.
Knowledge Computer Modeling Section	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is no statistically significant difference. Students save their results.
Understanding Computer Modeling Section	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is no statistically significant difference. Students save their results.
Appendix, Section "Computer Modeling"	There is a statistically significant difference. Students lower their scores, but EG students' scores remain higher than CG students' scores	There is no statistically significant difference. Students save their results.
Analysis, Computer Modeling Section	There is no statistically significant difference. Students save their results.	There is no statistically significant difference. Students save their results.

4.7.1.3. Analysis of a survey on students' attitudes towards the proposed game-based learning model on the topic of Safe Internet

The main purpose of the conducted survey is to establish the students' attitude towards the proposed game-based learning model in the context of the "Safe Internet" topic. Through the Moodle online environment, access to the games "What would you do if ...", "Let's save Polly", "Get rich", "Let's put the puzzle together" (Tasks 1-5 described in Chapter III) are provided. (Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

A survey (*Appendix No. 2*) with questions for each of the games was created to study the opinion of the students. The questions in each of the surveys are divided into the following categories: gender; usefulness in an educational aspect; "easy to use"; game design, pacing, characters and game navigation; general perception/attitude towards the game; option to add a comment. All questions, except for the question related to gender, were Likert scale. Cronbach's coefficient was calculated for each of the questions Alpha. Tests applied were at a significance level of 0.05.(Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

The survey was conducted with 5th, 6th and 7th grade students. There were 23 surveyed 5th grade students - 12 boys and 11 girls.(Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

Cronbach's coefficient Alpha showing the reliability of the survey is high for each of the proposed games - What would you do if... ($p = 0.928$), Get rich ($p = 0.762$), Let's save Polly ($p = 0.916$), Let's put the puzzle together ($p = 0.925$). The Kruskal -Walli test was applied to calculate the general attitude and perception towards games.

Task 1 (What will you do if...)

The game script and color scheme are liked by 85% of students. Students ready to recommend the game to their classmates are 80%, and 74% have fun while playing the game.(Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

Task 2 (Get Rich)

The percentage of students who confirm that they enjoy playing the game is 80. For 89% of all students, the pace of the game is suitable, and the probability of recommending the game is 84%.(Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

Task 3 (Saving Polly)

The game scenario is liked by more than 80% of students. Students find the pace of the game appropriate and generally enjoy playing the game. Percentage-wise, 75% of students would recommend the game and enjoy playing it.(Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

Task 4 (Put the puzzle together)

70% of students like playing the game. The pace of the game is suitable for 72% of students, the game would be recommended by 76% of respondents, and 77% like the game in general.(Tuparova, Tuparov, & Mehandzhiyska, 2021)

4.8. Conclusions

The total number of students included in the study is 59. There is no statistically significant difference between the results in EG and CG when assessing the entry level in 5th grade.

The statistical tests applied to the data on the results of the EG and CG students at the test starting level 5th grade lead to the following conclusions:

6. The results of EG students are statistically significantly higher than the results of CG students .

7. For the "Safe Internet" criterion, there is no statistically significant difference in the results of the two groups. Playing games on the topic did not lead to an increase in students' knowledge, but it did lead to an increase in general perception and motivation towards the topic.
8. The applied system of tasks leads to higher results for the "Computer Modeling" criterion of the EG students.
9. Programming code with game elements and math elements leads to higher EG students' scores for the Math criterion.
10. The proposed system of tasks leads to higher results of EG students at the cognitive level of Analysis.

The statistical tests applied to the data on the results of the EG and CG students at the entrance level 6th grade test lead to the following conclusions:

7. The overall achievements of EG students are statistically significantly higher than the achievements of CG students.
8. In the case of CG students, there is a decrease in the overall results of the students in the baseline test. With regard to the Internet safety section, results are maintained. Persistence of knowledge was observed in both groups.
9. In the EG students, knowledge persistence was observed in the Computer Modeling question group, and in the CG students, knowledge persistence was not observed in the question group.
10. In the results of the EG students at the entry level of the 6th grade, there is a retention of knowledge for a group of Mathematics questions. For CG students, no persistence of knowledge was observed for the same set of questions.
11. In the groups of questions Computer Modeling and Mathematics of the entry level 6th grade, for which games were programmed with EG, persistence of knowledge was observed in the same group of questions, while with CG no persistence of knowledge was established. Programming games with mathematical aspects leads to knowledge retention in CMIT classes.
12. EG and CG students retain their achievements in the knowledge levels Knowledge and Application for the section "Safe Internet" and the knowledge levels Knowledge, Understanding, Application for the section "Computer Modeling" of their results at Entry level 6th grade compared to Exit level 5th grade.

Conclusion

In accordance with the purpose and tasks of the dissertation, research was conducted that led to the following conclusions:

6. The working hypothesis is accepted: The use of educational computer games in teaching on the topics of "Safe Internet" and creating digital content in a block programming environment in KMIT lessons in the 5th grade will lead to higher and lasting digital and mathematical competences.

7. Applying the model leads to:
 - higher overall scores;
 - a higher level of durability of knowledge in the Computer Modeling section;
 - higher level of durability of mathematics knowledge;
8. The use of games on the topic of "Safe Internet" has a positive effect on the interest of students during the training of computer modeling and information technology.
9. The use of games on the topic of "Safe Internet" does not lead to an increase in the results of students on the topic.
10. Programming games and tasks with game elements leads to increased results in computer modeling classes.

The students' achievements, as a result of testing the model, provide the basis for further research on the topic, by creating a model for continuing education in programming using the Python language to visualize mathematical models using the Turtle library in subsequent classes.

Contributions

The main contributions are:

Applied science

- An analysis was made of the tasks implemented in the KMIT textbooks in the 5th grade, developing digital and mathematical competences in the topics "Safe Internet" and "Computer Modeling".
- Basic concepts and conceptual apparatus necessary for the realization of the dissertation research are analyzed
- A model was developed for the development of mathematical and digital competences of 5th grade students for the topics "Safe Internet" and "Computer Modeling", based on the interaction between game-based learning, cross-curricular connections and learning methods.

Applied

- Games have been developed that are applicable in the "Safe Internet" and "Computer Modeling" sections.
- A task system has been developed based on games, projects and game elements.
- The developed model for the development of mathematical and digital competences has been tested in regular CMIT classes with 5th grade students

Publications by the topic on dissertation labor

6. Tuparova , D., Mekhanjiyska, K., & Tuparov , G. (2021). Chapter 4. Application of educational computer games in information technology education at school. From G. Tuparov , E. Nikolova, D. Tuparova , D. Keremedchiev, K. Mekhanjiyska, & V. Veleva, *Monograph Integrated game-based learning in computer science* (pp. 153-183). Lovech: InfoVision

- Lovech, ISBN - 978-619-7442-61-8 ,
<https://plus.cobiss.net/cobiss/bg/bg/bib/47552264>
7. Tuparova , D, G. Tuparov , K. Mehandzhiyska ,(2021) Learning Topic ' Safe Internet' in Low Secondary School through Games , 2021 44th International Convention on Information , Communication and Electronic Technology, MIPRO 2021 - Proceedings , 2021, pp . 716–723 ,
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85123044327&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Tuparova&st2=&nlo=1&nlr=20&nls=count -f&sid=cc27d619ca0ff94f44cea2692aaef636&sot=anl&sdt=aut&sl=36&s=AU-ID%28%22Dureva%2c+Daniela%22+35932600400%29&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm=> ,
<http://mipro.hr/LinkClick.aspx?fileticket=RAMnkK6T5UQ%3D&tabid=196&language=hr-HR>
 8. Tuparov , G. D. Tuparova , D. Keremedchiev, K. Mkenadzhiyska (2020) . Opportunities for gamification in Moodle , SREM'2020 – October 16-18, Pamporovo, Bulgaria – FMI, Plovdiv http://srem2020.fmi-plovdiv.org/wp-content/uploads/2020/10/6_17_Tuparov_Tuparova_Keremedchiev_Mehandzhiyska.pdf
 9. Tuparova , D, K. Mehandzhiyska , G. Tuparov , (2020) Usability Testing of Educational Computer Games on the Topic " Safe Internet", Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education - Volume 1: GonCPL , 694-701, 2020 ,
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091428021&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Tuparova&st2=&nlo=1&nlr=20&nls=count -f&sid=cc27d619ca0ff94f44cea2692aaef636&sot=anl&sdt=aut&sl=36&s=AU-ID%28%22Dureva%2c+Daniela%22+35932600400%29&relpos=7&citeCnt=1&searchTerm=>
<https://www.scitepress.org/Papers/2020/98176/98176.pdf>
 10. Dureva-Tuparova , D., & Mekhandzhiyska, K. (2018). Online educational computer games on the topic "Safe Internet" - analysis of several cases. *Eleventh conference with international participation - Education and research in the information society*. Plovdiv. [Online Educational Computer Games Related to Topic "Internet Safety" - Analysis of Case Studies - Bulgarian Digital Mathematics Library \(BulDML\)](https://www.scitepress.org/Papers/2020/98176/98176.pdf) ,
<https://buldml.math.bas.bg/en/v/2947>

Cited sources

- Papadakis, S. (2018). The use of computer games in the classroom environment. *Teaching and case studies* , (pp. 1-25).
- Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges.
- Brett, P., Mompoin-Gaillard, P., & Salema, M. (2009). *How all teachers can support citizenship and human education: a framework for the development of competencies*. Strasbourg: Council of Europe Publishing.
- Carretero Gomez, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Caupin, G. (2006). *ICB : IPMA competence baseline*. International Project Management Association.
- Chouhan, VS, & Srivastava, S. (2014). Understanding competencies and competency modeling — A literature survey. *IOSR Journal of Business and Management* , 14-22.
- Darina Dicheva, CD (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society* , 75-88.
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competence (TDC) framework.
- Georgi Tuparov, DT (2020). Gamification in Moodle. , *Proceedings of SREM 2020*. Plovdiv: University Press "Paisii Hilendarski".
- Groff, J., McCall, J., Darvasi, P., & Gilbert, Z. (2016). Using Games in the Classroom, Volume Two: Bringing Games into Educational Contexts. From K. Schrier, *Learning, Education and Games* (pp. 19-42).
- Klemp, G. (1980). *Assessment of Occupational Competence*. Washington DC: National Institute of Education.
- Marie-Noëlle Billebot, M.-AC (2018). Measurement and Knowledge in Health. From *Connected Healthcare for the Citizen* (pp. 59-83). Elsevier Ltd.
- McClelland, D. (1973). Testing for competence rather than for "intelligence". *The American Psychologist* , 1-1.
- McGehee, N. (24 08 2021 r.). *Competency-based education in mathematics* . Retrieved from Michigan Virtual: <https://michiganvirtual.org/blog/competency-based-education-in-mathematics/>
- Michael, Z. (2005). *From visual simulation to virtual reality to games*. IEEE computer.
- Miltenoff, P. (n.d.). Gaming, Gamification and BOYD in academic and library settings: bibliographic overview.
- Mishra, P., Pandey, C., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. 67-72.

- Newell, W. (2013). The state of the field: Interdisciplinary theory. *INTERDISCIPLINARY STUDIES*, 30 , 22-43.
- Niss, M. (2002). Mathematical competencies and the learning of mathematics: the Danish KOM project.
- Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. New York: Orion Press.
- Riina, V., Stefano, K., & Yves, P. (2022-03-17). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union.
- Romine, X. (2004). Using games in the classroom to enhance motivation, participation, and retention: A pre-test and post-test evaluation. *Culminating Experience Action Research Projects* (pp. 283-295). Chattanooga: College of Health, Education, and Professional Studies, The University of Tennessee at Chattanooga.
- Shippmann, J., Ash, R., Batjsta, M., Carr, L., Eyde, L., Hesketh, B., . . . Sanchez, J. (2000). The practice of competency modeling. *Personnel Psychology* , 703-740.
- Spencer, L., & Spencer, S. (1993). *Competence at Work: Models for Superior Performance*. New York: Wiley.
- Taratori, E., & Kougiourouki, M. (2011). Using games in the classroom. *5th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 5649-5658). Valencia: Spain.
- Tuparova, D., Tuparov, G., & Mehandzhiyska, K. (2021). Learning Topic "Safe Internet" in Low Secondary. *MIPRO 44th International Convention* , (pp. 768-775). Opatija.
- Wendy Hsin-Yuan Huang and Dilip Soman. (2013). *A Practitioner's Guide To Gamification of Education*. Toronto: Rotman School of Management.
- Wong, S. (2020). Competency Definitions, Development and Assessment: A Brief Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development* , 95-114.
- Zhao, Y., Llorente, A., & Gomez, M. (2021). Computers & Education 168 (2021) 104212. *Computers & Education* .
- Angelov, A. (2018). *A competency model for developing students' computational thinking*. Plovdiv.
- Angelov, A., Dureva-Tuparova, D., Tuparov, G., Marcheva, K., & Stoyanova, K. (2022 a). *Computer modeling and information technologies 5th grade*. Enlightenment Plus, Ciela Norma.
- Andreev, M. (1981). *Didactics*. Saint Kliment Ohridski University Publishing House.
- Bizkov, G. (2002). *The thesis is not easy, but with a computer and the Internet ...* Sofia: University Publishing House "St. Kliment Ohridski".

- Bizhkov, G., & Kraevski, V. (1995). *Methodology and methods of pedagogical research*. Sofia: UI "St. Kliment Ohridski".
- Vasileva, M. (n.d.). *Competency approach in training. Key Competencies*. Retrieved from Continuing Education: <https://diuu.bg/emag/13913/2/>
- Garov, K. A. (2000). Education in informatics and information technologies in secondary school - status and perspectives. *ANNIVERSARY SCIENTIFIC SESSION - 30 years of FMI PU "Paisiy Hilendarski"* (pp. 28-37). Plovdiv: PU "Paisiy Hilendarski".
- Dureva - Tuparova, D. (2003). *Methodology of training in informatics and information technologies (main issues)*. Blagoevgrad: University Publishing House Southwestern University "Neofit Rilski".
- Dureva - Tuparova, D. (2003). *Problems of the methodology of training in informatics and information technologies*. Blagoevgrad: "Neofit Rilski" University Publishing House.
- Dureva, D., & Kaseva, M. (2011). Computer-based educational games in primary school education. *Information and communication technologies, media and education*.
- Dureva-Tuparova, D., & Mekhandzhiyska, K. (2018). Online educational computer games on the topic "Safe Internet" - analysis of several cases. *Eleventh conference with international participation - Education and research in the information society*. Plovdiv.
- Dureva-Tuparova, D., Tuparov, G., Marcheva, K., Stoyanova, K., & Angelov, A. (2022). *Computer modeling and information technology*. "Prosveta Plus", "Siela Norma".
- Eric Byrne, L. Well. (2022). *"Games that people play"*. Sofia: East, West.
- Ivanova, V. F., Ilieva, Y. D., & Petrova, R. D. (2014). Competence and competences in the European Qualifications Framework. *MATTEX2014*, 238-242.
- Institute of Human Resources. (20 07 2022 r.). *Competency model in education*. Excerpted from Competency Model in Education: <https://www.institute-hr.com/%d0%ba%d0%be%d0%bc%d0%bf%d0%b5%d1%82%d0%b5%d0%bd%d1%82%d0%bd%d0%be%d1%81%d1%82%d0%b5%d0%bd-%d0%bc%d0%be%d0%b4%d0%b5%d0%bb-%d0%be%d0%b1%d1%80%d0%b0%d0%b7%d0%be%d0%b2%d0%b0%d0%bd%d0%b8%d0%b5/>
- Kaseva, M. (2015). *Development of algorithmic skills of 2nd grade students through information technology*. Blagoevgrad.
- Levchenko, V. C. (2007). Integration processes in pedagogical science. *SamGU 2007 No. 5/1 (55)*, 158-165.
- Ministry of Education and Science. (11 2015 r.). *Ordinance No. 5 of 30.11.2015 for general education training*. Retrieved from https://www.mon.bg/nfs/2023/09/nrdb5-2015_oop_izm092023_27092023.pdf

- Ministry of Education and Science. (December 19, 2019). *Competency approach*. Retrieved from the Ministry of Education and Science: <https://web.mon.bg/bg/100770>
- Ministry of Education and Science. (n.d.). *Competencies and frames of reference*.
- Ministry of Education and Science. (2022). List of reference books, textbooks and study sets that can be used in the system of preschool and school education for the academic year 2022-2023 - a list of textbooks for grade V and grade VI in the KMIT subject. Sofia.
- MON. (2006). Retrieved from mon.bg: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewip-PvPpIv_AhXZS_EDHayiCPsQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fweb.mon.bg%2Fupload%2F21560%2FI-book.pdf&usg=AOvVaw35AWIaHB5MGCvbYEFtdYZB
- MON. (2018). *Computer modeling curriculum for class III*. Retrieved from mon.bg: https://web.mon.bg/upload/12205/UP_KM_3kl.pdf
- MON. (2018). *Computer Modeling Syllabus for Grade IV*. Retrieved from mon.bg: https://web.mon.bg/upload/13767/UP9_KM_ZP_4kl.pdf
- MON. (October 14, 2020). *Curriculum in computer modeling and information technologies - V class*. Retrieved from mon.bg: https://web.mon.bg/upload/24186/UP_PC-modelirane-5kl.pdf
- MON. (October 14, 2020). *Curriculum in computer modeling and information technologies - VI class*. Retrieved from mon.bg: https://web.mon.bg/upload/24187/UP_PC-modelirane-6kl.pdf
- MON. (20 01 2021 r.). *Mathematics curriculum for 6th grade*. Retrieved from the Ministry of Education and Science: https://www.mon.bg/nfs/2023/11/up_vi_math.pdf
- MON. (20 01 2021 r.). *7th grade math curriculum*. Retrieved from the Ministry of Education and Science: https://www.mon.bg/nfs/2021/01/up_math_7kl-200121.pdf
- Nikolova, E. (2019). *An integrative approach to informatics education at the high school level*. Blagoevgrad.
- Nikolova, N., Stefanova, E., Nikolova, M., Petrova, D., Konstantinov, O., & Ivanov, S. (2022). *Computer modeling and information technology*. Prosveta - Sofia.
- Pleshkova-Bekyarska, S., Manolova, A., & Hristova, N. (2022). *Computer modeling, 5th grade*. Daniela Ubenova-Daniela Bilanska.
- Savova, G. (2018). *Digital Competence Framework*. Retrieved from Institute of Public Administration: <https://www.ipa.government.bg/bg/ramka-za-digitalni-kompetentnosti>
- Specialized Scientific Council on TMOPENM at VAK. (2002). *Theory and methodology of teaching natural sciences and mathematics*. University

Publishing House, Neofit Rilski University of Applied Sciences, Blagoevgrad.

- Stoyanova, M. (2018). *Application of information technologies in the teaching of mathematics in the high school level of the secondary school*. Blagoevgrad.
- Tabakova-Komsalova, V. C. (2018). *Formation of algorithmic thinking in primary school and junior high school students through informatics and information technology training*. Plovdiv.
- Terzieva, T., Golev, A., & Stavrev, S. (2017). Serious games - an innovative learning tool. *Innovative Software Tools and Technologies with Applications in Research in Mathematics, Informatics and Learning Pedagogy*, (pp. 107-114). Pamporovo.
- Uzunov. (2014). Computer and serious games - essence and application. A place for serious games in education.
- CIOO-MON. (30 11 2015 r.). *Ordinance No. 5 of 30.11.2015 for general education training*. Retrieved from cioo.mon.bg: https://cioo.mon.bg/wp-content/uploads/2014/07/nrdb5_30.11.2015_obshtoobr_podgotovka.pdf
- Chavdarova-Kostova, S. (2022). *Handbook for the application of the competence approach in the training of future teachers*. Pleven: EA.