Българска академия на науките
Институт по математика и информатика

РАЗВИТИЕ НА ДИГИТАЛНА КОМПЕТЕНТНОСТ В ОБРАЗОВАНИЕТО ПО МАТЕМАТИКА

Младен Георгиев Вълков

научен ръководител:

проф. д-р Тони Чехларова

АВТОРЕФЕРАТ НА ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“
Професионално направление 1.3. Педагогика на обучението по...
Докторска програма: Методика на обучението по математика, информатика и информационни технологии

София
2024 г.

УВОД

Целите и визията за цифрова трансформация на Република България за периода до 2030 г. са формулирани в национален стратегически документ (Цифрова трансформация на България за периода 2020-2030 г.). Една от областите на въздействие, описани в него, се отнася за образованието на всички нива, с акцент върху подобряването на технологичните знания и цифровите умения. През 2013 г. е публикувана европейска рамка за дигитална (дигитална и цифрова ги считаме за различен превод на digital) компетентност в Европа DigCom 1.0 (Ferrari, 2013), в която са отделени пет области на дигитална компетентност: информация, комуникация, създаване на съдържание, безопасност, разрешаване на проблеми. Изследванията в тази област са ускорени и са разработени още няколко референтни рамки, насочени към подобряване на компетентностите в областта на цифровите технологии на гражданите DigCom 2.0, DigCom 2.1 и DigCom 2.2 са (Vuorikar et al, 2016), (Carretero et al, 2017) (Vuorikar et al, 2022). Петте области на компетентност (информационна грамотност и грамотност за използване на данни; комуникация и сътрудничество; създаване на цифрово съдържание; сигурност; решаване на проблеми) са разпределени на осем нива, в зависимост от равнището на познание, сложността на задачата и автономността на изпълнението й. Публикувани са примери за знания, умения и нагласи. Разработени са още няколко рамки, насочени към развитие на дигитална компетентност. Рамката за компетентност на потребителите в областта на цифровите технологии DigCompConsumers има за цел да се повиши доверието на потребителите в електронните покупки и продажби и да се създадат условия за активната им и уверена дейност на цифровия пазар (Brečko & Ferrari, 2016). Рамката за дигитална компетентност в област оразование (Punie, 2017) е насочена към преподаватели от всички нива и форми на образование.

Пандемия COVID-19 предизвика съществени промени във всички сфери на живота на хората. Отчита се необходимостта от добре подготвени учители, обучители, преподаватели и административен персонал, от подходящо учебно съдържание, от осигуряване на сигурност (Заключения на Съвета относно цифровото образование в

европейските общества на знанието. 2020/C 415/10). Акцент се поставя и върху значението на педагогическите концепции, на инструментите и методите за учене и преподаване, върху образователните изследвания, допринасящи за разработването на иновативни концепции в образованието.

Министерството на науката и образованието в България е извършило редица дейности за осигуряване на дигитална трансформация в българската образователна система. Те са насочени както към промяна на средата, така и към развитие на дигиталната компетентност на преподаватели и учащи се.

Дигиталната трансформация е един от основните приоритети на европейско ниво. Основните цели на политическата програма за цифровото десетилетие на европейско ниво са: население с цифрови умения и висококвалифицирани дигитални специалисти; сигурни и устойчиви цифрови инфраструктури; дигитална трансформация на бизнеса; цифровизация на обществените услуги. От 2014 г. се отчита цифровият напредък в държавите членки на ЕС чрез индекса за навлизането на цифровите технологии в икономиката и обществото. Според доклада за напредъка на България, през 2022 г. България се нарежда на предпоследно място (Индекс за навлизането на цифровите технологии в икономиката и обществото (DESI), 2022 г. - България). Съществено е изоставането на България спрямо средноевропейските нива по внедряване на цифрови технологии и по човешки капитал, въпреки полаганите усилия от страна на МОН.

На европейско и на национално равнище дигиталната трансформация, и в частност развитието на дигитална компетентност са изведени като приоритет. Важни са извършването на конкретни изследвания, мерки и действия по внедряване, за да има резултати.

Целта на изследването е разработване на инструментариум за развитие на дигитална компетентност на учениците при обучението им по математика.

Обект на изследването са учениците при обучението им по математика.

Предмет на изследването е развитието на дигитална компетентност на учениците при обучението им по математика.

Хипотеза: Използването на разработения инструментариум осигурява условия за развитие на дигитална компетентност на учениците чрез обучението по математика.

За реализиране на хипотезата си поставихме **задачите**:

- Анализ на стратегически документи, научни изследнавия и учебна документация.
- Анализ на добри практики и технологии, отнасящи се до предмета на изследването.
- Разработване на инструментариум за развитие на дигитална компетентност в обучението по математика.
- Извършване на педагогически експеримент.

Използвани са следните **методи на изследване**:

- Проучване на стратегически документи, научна литература
- Анализ на учебна документация
- Наблюдение, анкетиране
- Педагогически експеримент
- Статистически методи.

В Глава 1 е направен анализ на резултати от проучвания на теории и практики, свързани с дигиталната компетентност.

Направено е проучване на международни, европейски и национални стратегически документи, в които се представят дефиниция и структура на дигиталната компетентност. В изследването използваме разбирането от Европейският парламент и Съветът на Европейския съюз за компетентностите като съчетание от знание, умение и нагласи, а на дигиталната компетентност като „уверено, критично и отговорно ползване и ангажираност с цифровите технологии за учене, на работното място и за участие в обществото“. Разглеждаме дигитална компетентност и цифрова компетентност като синоними. В изследването стъпваме на петте области на компетентност (информационна грамотност и грамотност за използване на данни; комуникация и сътрудничество; създаване на цифрово съдържание; сигурност; решаване на проблеми).

В първа глава са отделени и основни примери за развитие на дигитална компетентност в образованието по математика, с акцент върху:

- специализиран софтуер за обучението по математика
- платформи за синхронно дистанционно обучение
- игрите като средство за обучение по математика
- видео обучение
- състезателна математика и дигитална компетентност
- добавена реалност и виртуална реалност в обучението по математика
- изучаване на особеностите на дигитален инструмент
- мултидисциплинарни уроци и дигиталната компетентност.

Илюстрации са направени с дигитални ресурси от Виртуалния училищен кабинет по математика на Института по математика и информатика на Българска академия на науките, със задачи от онлайн състезание „VIVA Математика с компютър“ и др. Разглежда се значението на динамичните конструкции за изследване и формулиране на хипотези, за осигуряване на връзка между математика и изобразително изкуство, за организиране на математически игри, за осигуряване на за проверка и самопроверка. Пример е даден и за използването на специализиран софтуер за работа с олимпийски задачи в училище. В зависимост от организацията на файла, съответната динамичната композиция може да се използва за поставяне на задача, за насочване към формулиране на хипотези, за обяснение на решение на задача (на фиг. 1 е представена динамична конструкция на задачата от 23 ВМО през 2006 г. „В окръжност k е вписан ΔABC. Права пресича страните му AB и AC и продължението на BC съответно в точки D, F и E, като C е между B и E. Хордите AA', BB' и CC' на k са успоредни на DE. Да се докаже, че правите A'E, B'F и C'D минават през една точка“).

Фигура 1. Динамична конструкция по задача от ВМО

https://cabinet.bg/content/bg/html/d18401.html

Изводи от Глава 1.

Налични са международни, европейски и национални стратегически документи, които имат отношение към дигиталната трансформация на образованието. В България са реализирани много дейности за повишаване на дигитализацията, включително в образованието. Въпреки това България е на последните места в различни европейски класации, отнасящи се до дигитализацията.

При създаване на текущите учебни планове и програми в България е използван компетентностен подход. Развитието на дигитална компетентност е заложена и в учебните планове и програми по математика. Извършвани са дейности по подготовка на учителите по математика за използване на дигитални образователни ресурси, както и за използване на платформи за синхронно дистанционно обучение. Към момента се разработва и използва т.н. „дигитална раница“, с достъп на всички учители и ученици в България до нея.

Необходимостта от провеждане на синхронно дистанционно обучение, в резултат на пандемията COVID 19, е довело до развитие на платформи за видеоконферентни връзки, както и до широкото им използване. Образователната система в България е до голяма степен подготвена за прилагане на синхронно дистанционно обучение, т.е. в област на компетентност *комуникация и сътрудничество* има голямо развитие.

Налични са дигитални образователни ресурси за обучението по математика както със свободен достъп, така и платени. Някои от тях са с преведени материали. Недостатък на някои от тях е несъответствие с българската учебна програма, когато се отнася до формалното образование.

Национални и европейски проекти осигуряват подкрепа на учители и ученици с интерес към дигитални ресурси по математика и STEAM.

Дигиталните образователни помагала за училищното обучение по математика нарастват както като количество, така и като качество. Преди десетилетие издателствата на учебници свързваха дигитализацията с предоставяне на учебниците освен на хартиен носител, и във формат PDF. Сега учебници по математика са съпроводени с виртуални ресурси за изследване и за проверка по редица теми. Налични са и специализирани сайтове, като Виртуалния училищен кабинет по математика, разработван и поддържан от

Института по математика и информатика на Българска академия на науките. Интересът към образователните видеоматериали по математика е повишен след COVID 19.

Няколко онлайн състезания, например „VIVA Математика с компютър“, „Тема на месеца“, „COMPMATH – Национална олимпиада по компютърна математика“ имат голямо значение за популяризиране на дигитални инструменти в подкрепа на обучението по математика, както и за развитие на дигиталната компетентност на участниците. Някои класически математически състезания се провеждат онлайн. Макар че форматът им не е променен, участието и в тях съдейства за развитие на дигиталната компетентност на участниците.

В обучението по математика има възможност за развитие на дигитална компетентност и по петте области на компетентност (информационна грамотност и грамотност за използване на данни; комуникация и сътрудничество; създаване на цифрово съдържание; сигурност; решаване на проблеми). По-голямата част от това развитие може да се реализира и в други дейности както в училище, така и извън него; както в процеса на обучение, така и в ежедневието. За някои от тях е най-естествено развитието да се осъществи чрез математическото образование, например формирането на компетентност за използване на специализиран софтуер за създаване на компютърни модели.

В българското училище има традиции за използване на компютър при изучаването на математика. Към момента има изследвания, свързани с използването на някои системи като GeoGebra при изучаване на математика. Има разработени ресурси. Част от тях се използват, но недостатъчно в българското училище. Необходими са дейности за по-широко и системно подпомагане на учителите при внедряването на тези ресурси.

Считаме, че ще е полезно създаването на образователни ресурси за обучението по математика с добавена реалност и с виртуална реалност, на образователни игри и на видеоматериали. Създаването на STEM центрове ще осигури технически използването им в училище.

В глава 2. е представена обучителната система *СтруниМа* като инструмент за развитие на дигиталната компетентност в обучението по математика.

СтруниМа е обучителна система под формата на мрежова видеоигра, насочена към изучаването на теми като „Симетрия върху дъска“, „Покрития на дъска“, „Графи и вериги“, „Възли и връзки“ и др. Целта ѝ е да подпомогне едновременното развитие на дигитална и математическа компетентност.

Обучителната система *СтруниМа* е изработена чрез игровия двигател Unity3D. Така има възможност както да се генерират множество конкретни игри, така и да се осигури онлайн комуникация, наблюдение, обучение, обратна връзка, оценяване и др. Например, направени са два предварителни аплета – „Игра с осева симетрия“ и „Игра с централна симетрия“. Те изискват отделна инсталация и могат да бъдат намерени на следния адрес:

https://cabinet.bg/index.php?pageid=video&contenttype=virtual_reality

Обучителната система *СтруниМа* има три основни компонента – „Школа“, „Научи“ и „Двубои“, които отговарят на компоненти в учебен процес – съвместна работа с учител, дейности за самостоятелна работа, дейности за проверка на знанията и състезания (фиг. 2).

Фигура 2. Основни компоненти и схема - https://strunima.free.bg/MainComponents.html

СтруниМа е налична за Windows и Android, като има възможност да се експортира и за MacOS и Linux. За Windows изтеглянето на нова версия става чрез обновяваща програма.

На фиг. 3 е представен Компонент „Школа“ за синхронно дистанционно обучение чрез класната стая в *СтруниМа*.

Фигура 3. Компонент „Школа“ - https://strunima.free.bg/Shkola.html

На фиг. 4 е представен Компонент „Двубои“ за игри със класиране, групи и точки. Двубоите са състезателен компонент, който участва в определянето на общия сбор от точки на играча в *СтруниМа* (заедно с резултата от състезанието извън мрежа в секцията за самостоятелна работа).

Фигура 4. Компонент „Двубои“ - https://strunima.free.bg/Dvuboi.html

Описани са някои от общите компоненти на *СтруниМа*.

Състезателното ниво е градивна единица в състезателната част на *СтруниМа* и определя нивото на сложност на задачата според предварително зададени параметри – примитив с определени размери, време и др. (фиг. 5).

Фигура 5. Състезателно ниво от Покрития на дъска - https://strunima.free.bg/CompLevel.html

Обучителната тема е последователност от стъпки, чрез която играещият се запознава както с контролите (бутони, падащи менюта и др.), така и с теоретични знания и методи, свързани със съответната подтема. Налични са в секцията за самостоятелна работа и се достъпват от бутона „Научи“ в изследователската част на всяка основна тема (фиг. 6).

Фигура 6. Бутони за вход в обучителните част и състезателната част на темите

Обучителните теми могат да бъдат зареждани и от квестора в Класната стая на Школата. Квесторът може да наблюдава всеки от участниците, като може да дава напътствия чрез дъската за писане.

Дъската за писане в *СтруниМа* включва както ръчно писане (с мишката на компютър или с допир от touchscreen устройство) така и механично изписване на текст с клавиатурата (фиг. 7). И двете са синхронизирани в мрежовата част на играта:

Фигура 7. Използване на дъската за писане за представяне на условие и решение на задача с покрития - https://strunima.free.bg/DrawingBoard.html

Комбинацията от двете дава възможност за пълно изписване на условие и решение на дадена задача или изследване. Дъската също така дава възможност за решаването на задачи по теми, извън заложените в играта.

Всяка тема има разработени подтеми, за всяка от които има обучителни стъпки, състезателни нива и помощна функционалност в изследователските части на темите (фиг. 8).

Фигура 8. Подтеми в *СтруниМа* - https://strunima.free.bg/Applets.html

В **Глава 3.** е представен педагогически експеримент. Целта на педагогическия експеримент е да се установи възможността за осигуряване на условия за развитие на дигитална компетентност на учениците при използването на *СтруниМа*. Проверяват се възможностите за развитие на дигиталната компетентност на учениците при пропедевтика, въвеждане, изучаване, приложение, актуализиране на видове симетрии, затова в експеримента са включени ученици от 1 до 9 клас. Изполвано е както индивидуално обучение, така и групово обучение. Груповото обучение е провеждано с цели училищни класове, подгрупи от училищни класове, както и с една група за извънкласно обучение. С групата за извънкласно обучение са изучавани няколко теми. Някои от обученията са в присъствена форма, а други – в дистанционна. При дистанционната форма е прилагано както синхронно обучение в електронна среда, така и асинхронно обучение. За синхронното обучение в електронна среда в някои случаи се използва създадената възможност в *СтруниМа*, а в други - софтуерната платформа за видеоконферентна връзка ZOOM.

Индивидуални присъствени обучения са провеждани през 2020-2023 г. Участниците преобладаващо са с интерес към математиката, информационните технологии или игрите. Част от тези обучения са реализирани в рамките на щандове на фестивал Симетрия, пролетна конференция на СМБ и др. Индивидуални дистанционни обучения са провеждани през 2020-2023 г. чрез софтуерната платформа за видеоконферентна връзка ZOOM и синхронно дистанционно обучение в *СтруниМа* (повече от 10 ученици). Груповите обучения са провеждани в Шумен, Каспичан и София, в четири вида групи, общо с над 70 ученици. Използвана е експертна оценка на 21 учители по математика.

Наблюдавани са възможностите за развитие на дигитална компетентност по отношение на първа основна област (Информационна грамотност и грамотност за обработка на данни и съдържание) при изтеглянето на софтуерите. Например версия за конкретната операционна система, работа с линкове в website и работа с документацията на софтуерите. За развитието на дигитална компетентност по отношение на втора основна област (Комуникация и сътрудничество и участие в обществото) се съдейства чрез работата по общи обекти в мрежовата част на *СтруниМа*. Дейности, свързани с трета

основна област (Създаване на дигитални инструменти и етични принципи), са наблюдавани при предлагането на нови видове нива или функционалности от ученици по време на работата със софтуерите. Съдейства се за развитието на дигитална компетентност по отношение но 4-та основна област (Безопасност и сигурност) чрез запознаване или прилагане на знания и умения за особености при регистрация и вход; разбирането за важността и начините за правилното съхраняване на паролата при регистрация и вход. Развитието на компетентности от 5-та основна област (Разрешаване на проблеми) се реализира чрез основни дейности като теглене и разархивиране на софтуер; самостоятелна навигация по UI елементи на софтуерите (без предварителното им познаване); идентифицирането на проблеми в разработените софтуери – например разбирането, че дадена ситуация не е очаквано поведение (множество такива са наблюдавани по време на работата с ученици), създаването на компютърни модели за решаване на задачи.

Разработени са две самостоятелни игри, в различни варианти за различни операционни системи и среди (фиг. 9 и фиг. 10), както и темата в *СтруниМа* „Симетрия върху дъска“ (фиг. 11).

Фигура 9. Игра с осева симетрия http://cabinet.bg/content/download/NoTimeLimit.zip, https://cabinet.bg/content/download/SepTime.zip

Фигура 10. Варианти на игра „Централна симетрия върху дъска

https://cabinet.bg/content/download/CentralSymmetryDemo.zip

Фигура 11. Тема за Симетрия върху дъска в *СтруниМа*

http://strunima.free.bg/download.html, https://strunima.free.bg/SymmetryOnTable.html, https://strunima.free.bg/SymmetryOnTable3D.html

Представяме описание на една от игрите, използвана в експеримента. Целта на играта с централна симетрия е да се оцветят някои от клетките на правоъгълна дъска така, че дъската да бъде симетрична спрямо центъра си. Предложена е в четири варианта, в зависимост от наличие на анимация, както и на ограничение на времето за работа:

- „Централна симетрия без въртене – с ограничение на времето";
- „Централна симетрия с въртене – с ограничение на времето";
- „Централна симетрия без въртене – без ограничение на времето";
- „Централна симетрия с въртене – без ограничение на времето" (фиг. 12).

Всеки от вариантите съдържа 16 примера, които имат ролята на нива. Всеки пример се генерира по случаен начин от дъски с различен размер и различен брой на оцветени квадратчета.

Фигура 12. Пример от вариант „Централна симетрия без въртене – с ограничение на времето"

Бяха експериментирани няколко варианта на организация: с или без инсталация; с актуализиране на знания чрез *СтруниМа* или чрез образователни ресурси с Geogebra; с осигуряване на компютър за всеки ученик или с използване на 1 компютър и проектор и др.

Експеримент 1 се проведе на три етапа в СУ "Панайот Волов" в гр. Каспичан (фиг. 13). Първият етап се проведе в 2 учебни часа в един и същи ден, вторият етап - един месец след първия, а третият – седем месеца след втория етап (в следваща учебна година). Основното съдържание е свързано с пропедевтика и въвеждане на осева симетрия и централна симетрия чрез използване на видеоигра. В занятията взеха участие 16 ученика от 5 клас.

Фигура 13. В СУ "Панайот Волов" в гр. Каспичан

Основни дейности на учениците през първия час на първи етап:

- Изтегляне на играта от посочен линк (всеки от учениците изписва линка ръчно)
- Отваряне на архива и разархивиране на съдържанието върху работния плот
- Пускане на „Игра с централна симетрия“
- Записване на IP адреса на сървъра, който ще събира резултатите им
- Неколкократно преминаване през секции 1 и 3 от играта, които включват дъска с централна симетрия без постоянна ротация на дъска.

Дейността беше включена в STEM Discovery Campaign през 2022 г. и отличена с награда (фиг. 14).

Фигура 14. В STEM Discovery Campaign през 2022 г., съответния блог и спечелената награда https://sdw-blog.eun.org/2022/06/30/a-lesson-in-central-symmetry/

И през следващите два етапи всички ученици запазиха интерес към играта и успешно се проведе състезание, включващо няколко нива с осева и с централна симетрия. Включени са и примери с централна симетрия върху тримерна дъска (фиг. 15).

Фигура 15. Тримерна дъска с централна симетрия

Проведоха се експерименти с ученици от ППМГ „Нанчо Попович“ в град Шумен (Експеримент 2 и Експеримент 3) . Основни дейности на учениците са:

- изтегляне на zip архив от предварително зададен архив
- инсталиране на *СтруниМа*
- регистрация
- актуализиране на знания за осева и централна симетрия
- самостоятелно изследване в изследователската част на играта
- преминаване през секциите от задачи в упражнителната част на играта – 4 нива с трудност I и 4 нива с трудност II.

Използвани са следните критерии и показатели:

Време

- време за инсталиране и пускане на инструмента
- време за създаване на потребителско име и парола
- време за пускане на инструмента при повторно използване
- време за за справяне с поставяните математически задачи (според вида на играта), включващо и ориентация в софтуера.

Степен на самостоятелност за регистрация и за работа с продукта

- без подкрепа
- с отговор на 1 въпрос
- с отговор на 2 въпроса
- с действена помощ.

Допълнително са отчитат:

мотивация

- запазване на интерес до края на експеримента
- влияние на състезателната обстановка
- ниво на интерес към многократно използване
- използване на инструмента след провеждането на експеримента;

резултатност по отношение на математическите задачи

- брой опити до постигане на предварително зададено ниво

- максимален резултат
- успешност на опити при повторно използване
- резултати от състезание.

По време на експеримента бяха наблюдавани технически проблеми, свързани с дигиталния инструмент – при инсталиране, спиране на интернет, използван софтуер извън дигиталния инструмент; ниво на изпълнение на дигиталния инструмент спрямо използвания хардуер.

Част от проверките се извършват за първо и второ извършване на разглежданата дейност от една и съща група, а други – за резултати на експериментална и контролна група. При използване на контролна група и експериментална група изравняване се извършва според оценките по информационни технологии или компютърно моделиране.

През 2023 г. бе проведен експеримент с ученици от две паралелки на 8 клас в ППМГ „Нанчо Попович“ в гр. Шумен (Експеримент 2) в два етапа.

Фигура 16. Нива от Група I и Група II, използвани в експеримент 2 и експеримент 3

Учениците имат предварителна подготовка с проведени уроци с осева и централна симетрия в равнината. И двата класа имаха предварителни знания за два вида симетрия в равнината чрез уроци „Осева симетрия“, „Свойства на осевата симетрия“ и „Централна симетрия“ от задължителната подготовка по математика.

В състезанието, проведено в края на часа, бяха включени 8 нива с трудност I и II

(фиг. 16). Средният резултат от нивата с трудност I на участниците е 683 точки, а средния резултат на тези с трудност II на участниците е 482 точки, като всяко успешно решено ниво носи между 100 и 200 точки.

Експеримент 3 се проведе с ученици от 9 клас от същото училище, както и с ученици от 5 и 6 клас.

Резултатите показват значително развитие на дигиталната компетентност в способността за някои особености в регистрацията на профил:

- Ограничения в символите за потребителско име
- Ограничения в символите за парола
- Валидни компоненти на email – префикс, '@' символ и домейн, който трябва да е съставен от две части разделени с точка например „strunima.bg".

Средното време за регистрация и вход, измерено на учениците от 2-та класа от експерименталната група (9 г и 9 д клас) е 2 минути и 56 секунди.

Средното време за регистрация и вход, измерено на учениците от 9 в клас от контролната група е 4 минути и 41 секунди.

Оценките по информационни технологии на класовете от 9 клас се различават пренебрежимо. Направихме проверка на хипотеза:

Нулева хипотеза H_{01}: Времето за регистрация и вход на контролната група и експерименталната група е статистически неразличимо.

Алтернативна хипотеза H_1: Времето за регистрация и вход на контролната група и експерименталната група е статистически различимо.

Използвайки Т-метод на Стюдънт за сравнение на средни между две независими извадки получаваме, че t_{emp}=2,12, което е повече от $t_\alpha = 2{,}06$, което означава, че алтернативната хипотеза H_1 е изпълнена.

Сравнявайки средния брой точки на 9г и 9д ППМГ-Шумен на Група I и Група II нива от Експеримент 2 и Експеримент 3 може да се забележи слабо подобрение – от 683 и 482 (съответно за нива с трудност I и II, фиг. 16) се покачва на 693 и 495. Тук можем да направим извод, който е отбелязан и в експеримент 1 – знанията и придобитото разбиране

на видовете симетрия върху дъска е запазен след период от повече от 6 месеца.

Средното време за регистрация и вход, измерено на учениците от 6б клас от контролната група, е 2 минути и 27 секунди. Средното време за регистрация и вход, измерено на учениците от 5б клас от контролната група, е 7 минути и 54 секунди.

По отношение на степента на самостоятелност при регистрация и вход, броят на допълнително задаваните въпроси от учениците от експерименталните и контролната групи не се различава значимо. При учениците от контролните групи обаче се наблюдава по-голям брой неуспешни опити за вход (след регистрация).

По отношение на критериите, свързани с мотивацията на групите относно запазване на интерес до края на експеримента, влияние на състезателната обстановка и ниво на интерес при многократно използване, не се отчита разлика между контролните и експерименталните групи. Всички ученици запазиха интерес до края на самия час. Състезателната обстановка беше мотивираща за почти всички ученици. В малко случаи се наблюдава самостоятелно използване на дигиталния инструмент без наличието на учител – като някои от факторите за това са трудната инсталация и нивото на развитие на уебсайта на инструмента.

Фигура 17. Анкета с ученици от Експеримент 3

Фигура 18. Анкета с учители за „Игра с централна симетрия“

От резултатите от експеримент 2 и експеримент 3 могат да бъдат направени няколко по-общи изводи.

1. След обучението учениците успешно се справят с изтегляне и разархивиране на файлове. Учениците успешно се справят с навигиране между менютата в дигиталния инструмент, както и с разпознаване на бутоните и падащи менюта за определени функции. Учениците се справят със създаване на входни данни на потребител и разбиране на ограничения при изибране на име и парола. Това следва от успешното преминаване на I група от нива на всички ученици.

2. Учениците са придобили усет за основните свойства на осевата и централната симетрия в равнината в часовете по математика. Затруднението на учениците при ротация на дъската (група II от нива) се дължи на нуждата от съобразяване на комбинаторни свойства на дъска, разделена на клетки (например връзка между номерата на сълбовете и редовете на симетричните клетки), както и развито пространствено мислене.

3. Всеки от учениците участва активно в часа. Това е очаквано предвид нестандартната обстановка.

4. Инсталирането на софтуер отнема голяма част от времето в часа. Това показва необходимост от добра дитигална компетентност на учениците в това отношение, или от програма, която автоматично да изтегля или обновява софтуера, или софтуерът да бъде достъпен като уеб приложение.

5. Наличието на вече инсталиран софтуер позволява организирането на

състезание измежду всички ученици, включващо например три задачи от осева симетрия и три задачи от централна симетрия. Тази дейност играе ролята на проверка на знанията в края на часа.

6. Развитата дигитална компетентност (както на учителя, така и на учениците) е от ключово значение за намаляване на времето за технически дейности, свързани с работната среда на учениците. Това оставя повече време за дейности, свързани с конкретната тема на часа.

7. При брой на учениците между 10 и 15 в присъствена среда, т.е. при разделяне на класа на две части, не се наблюдава натоварване на интернет връзката. Наличието на по-голям брой ученици в присъствена среда крие рискове за успешното провеждане на часове, използващи дигитални устройства и софтуер. Много от дейностите изискват мрежови достъп, което в някои случаи може да се окаже натоварващо за интернет връзката на класната стая. Някои компютърни кабинети използват Windows server машина, което на практика означава, че всички ученици използват един и същи компютър. При тези часове броят на учениците зависи от характеристиките на машината. Също така трябва да се извършват дейности, които не изискват вход/регистрация. Голям брой от учениците да изпитват затруднения с подготовката на работната си среда, поради което времето за технически дейности може да се окаже прекалено голямо.

Темата „Симетрия върху дъска“ от *СтруниМа* е била предоставяна за тестване на ученици в множество случаи, както присъствено, така и дистанционно. За решаването на нива с централна симетрия са наблюдавани различни стратегии, които са базирани на различни свойства на централната симетрия върху дъска – например съответните симетрични колони са еднакви, но обърнати една на друга. Също така съставните фигури на лявата половина могат да бъдат пренесени в дясната половина (фиг. 19).

Фигура 19. Разделяне на лявата половина на фигури или области, които се пренасят в дясната половина на дъската

Експеримент 4 е свързан с продължителна работа с група за извънкласно обучение. Много от компонентите в системата *СтруниМа* са създадени в резултат на дългогодишна педагогическа дейност с ученици от 1-ви до 8-ми клас. Множество от уроците и функционалностите, описани във втора глава, са разработени на базата на дейности в учебна среда (както и самите дейности са използвани след това многократно в учебна среда). Част от функционалностите и интерактивните елементи в *СтруниМа* са на базата на решаването на комбинаторни математически задачи заедно с учениците, като задачи с правоъгълни дъски и триъгълни мрежи (фиг. 20). Такива примери са тримерната дъска за писане върху обектите и основните интерактивни обекти в темите.

Фигура 20. Примери за използване на СтруниМа в извънкласни занимания

Учениците развиват дигиталната си компетентност по време на и извън учебния процес по математика. По тази причина образованието по математика трябва да бъде правилно адаптирано към използването на софтуер. Можем да направим няколко основни изводи, в резултат на наблюдение на учебния процес при използване на *СтруниМа*.

- Всеки малък проблем в софтуера или недостатъчна подготовка на учебен час, който изпозлва софтуер, може да отнеме осезаемо време от него, което да доведе до непълнота в предавания материал или нереализиране на целите на учебния час. Това време се намалява, когато учениците имат развита дигитална компетентност, тъй като възникналите проблеми се решават по-бързо.

- Игровизацията на знанията и използването на софтуер в учебните часове може да направи предаваните знания достъпни до всички ученици в часа. Улеснява се обратната връзка за учителя. Учениците успешно могат да се запознаят с области като комбинаториката, при наличието на лесен достъп до генериране на произволни конструкции с графи, таблици, възли и др, обекти разгледани както в равнината, така и в тримерното пространство.
- Използването на софтуер в учебните часове и извънкласни занимания дава възможност да се внедрят нов вид задачи, които изискват както богати математически знания, така и развита дигитална компетентност.
- Развиването на умението за описване на задачи може да бъде подпомогнато с развитието на дигиталната компетентност на учениците. Възможността от лесно запазване и отваряне на записани решения, както и възможността за механично и ръчно изписване на текст в решенията са подпомогнати от виртуалната дъска.
- Внасянето на състезателен елемент в учебните часове (чрез използването на софтуер) допринася за мотивираността на учениците да възприемат целевото математическо знание. Използваният софтуер трябва да бъде обновяван и развиван, като монотонността може да доведе до намаляване на мотивацията.

Благодарност

Изказвам своята благодарност за помощта при извършване на дисертационното изследване към:

- Проф. Тони Чехларова
- Доц. Евгения Сендова и доц. Ивайло Кортезов
- Акад. Петър Кендеров
- Секция „Образование по математика и информатика“
- Даринка Вълкова, Явор Якимов, Дарина Драганова, Живка Габровска.

Заключение

Налични са международни, европейски и национални стратегически документи, които имат отношение към дигиталната трансформация на образованието. В България са реализирани много дейности за повишаване на дигитализацията, включително в образованието. Въпреки това България е на последните места в различни европейски класации, отнасящи се до дигитализацията.

Развитието на дигитална компетентност е заложена и в учебните планове и програми по математика в българското училищно образование. Извършвани са дейности по подготовка на учителите по математика за използване на дигитални образователни ресурси, както и за използване на платформи за синхронно дистанционно обучение. Необходимостта от провеждане на синхронно дистанционно обучение, в резултат на пандемията COVID 19, е довело до развитие на платформи за видеоконферентни връзки, както и до широкото им използване. Образователната система в България е до голяма степен подготвена за прилагане на синхронно дистанционно обучение, т.е. в област на компетентност комуникация и сътрудничество има голямо развитие. Налични са дигитални образователни ресурси за обучението по математика както със свободен достъп, така и платени. Някои от тях са с преведени материали. Недостатък на някои от тях е несъответствие с българската учебна програма, когато се отнася до формалното образование. Национални и европейски проекти осигуряват подкрепа на учители и ученици с интерес към дигитални ресурси по математика и STEAM.

В обучението по математика има възможност за развитие на дигитална компетентност и по петте области на компетентност (информационна грамотност и грамотност за използване на данни; комуникация и сътрудничество; създаване на цифрово съдържание; сигурност; решаване на проблеми). По-голямата част от това развитие може да се реализира и в други дейности както в училище, така и извън него; както в процеса на обучение, така и в ежедневието. За някои от тях е най-естествено развитието да се осъществи чрез математическото образование, например формирането на компетентност за използване на специализиран софтуер за математически модели.

В българското училище има традиции за използване на компютър при изучаването на математика. Към момента има изследвания, свързани с използването на някои системи като GeoGebra при изучаване на математика. Има разработени ресурси, но не се използват масово в българското училище. Необходими са дейности за по-широко и системно подпомагане на учителите при внедряването на тези ресурси. Подходящо е създаването на образователни ресурси за обучението по математика с добавена реалност и с виртуална реалност, на образователни игри и на видеоматериали.

Обучителната система „*СтруниМа*“ осигурява възможност за генериране на множество конкретни игри, за онлайн комуникация, наблюдение, обучение, обратна връзка и оценяване. Генерираните конкретни игри, предоставени със свободен достъп, съдействат за развитие на компетентност за използване и на добавена реалност и виртуална реалност. Разработените методически указания за използване на обучителната система са в подкрепа на учители, родители и ученици.

Чрез направения педагогически експеримент са доказани възможностите на разработения инструментариум за развитие на дигитална компетентност на учениците чрез обучението по математика.

Приноси

Направен е анализ на международни, европейски и национални стратегически документи, научни изследвания и учебна литература, които имат отношение към дигиталната трансформация на образованието. На основата на няколко модела на дигитална компетентност – на гражданите, на потребителите, в образованието, е направена конкретизация, отнасяща се за училищното обучение по математика. Анализирани са подходи, методи, технологии и средства, свързани с развитието на дигитална компетентност в математическото образование, като изследователски подход, проектно-базиран подход, AR, VR, видеообучение, онлайн състезания, специализиран софтуер за създаване на компютърни модели на математически обекти и др.

Разработена е обучителната система „*СтруниМа*“ под формата на мрежова видеоигра. Чрез нея могат да се генерират множество конкретни игри, да се осигури онлайн комуникация, наблюдение, обучение, обратна връзка и оценяване. Няколко конкретни игри са генерирани и предоставени със свободен достъп, съответно за работа с компютър, добавена реалност и виртуална реалност. Разработени са методически указания за използване на обучителната система. Представени са възможности за използване на функционалностите на „*СтруниМа*“ при обучение по някои теми като „Симетрия върху дъска“, „Покрития на дъска“, „Графи и вериги“, „Възли и връзки“ .

Разработен е инструментариум за провеждане на педагогически експеримент, с който е доказана възможността за осигуряване на условия за развитие на дигитална компетентност в училищното обучение по математика при използване на обучителната система „*СтруниМа*“.

Литература

1. Ангелова Р. (2015), Паркетиране на равнината или диалози на математиката с изкуството, В: Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности. Издателство Макрос. 7-11
2. Браухле М. (2015), Всичко започна с едно стихотворение и завърши с много усмивки, В: Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности. Издателство Макрос 2015, 12-15.
3. Браухле М. (2013), Как да създадем динамичен учебен материал най-лесно технически? 2013. В: Изследователски подход в образованието по математика. Регалия 6.
4. Владимировна А.Н. (2014), За и против ИКТ на уроках математики, Интерактивное образование, 52,
5. Вълков М. (2022), Синхронно дистанционно обучение в образователната игра "*СтруниМа*", Е-списание "Педагогически форум", брой 1, 2022, DOI: 10.15547/PF.2022.005
6. Вълкова Д., Вълков М.(2021), Подправките и дигиталната компетентност в образованието по математика и информационни технологии, Е-списание "Педагогически форум", брой трети, 2021, DOI: 10.15547/PF.2021.018
7. Дичева Д., Николов Р., Сендова Е. (1996), Информатика в стил Лого. Просвета.
8. Заключения на Съвета относно цифровото образование в европейските общества на знанието. 2020/C 415/10 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/?uri=CELEX:52020XG1201(02)
9. Илиева Р. (2015), Моделиране на калейдоскоп, В: Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности.Издателство Макрос 2015, 29-31
10. Индекс за навлизането на цифровите технологии в икономиката и обществото (DESI), 2022 г. - България https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/88740

11. Кендеров П., Сендова Е., Чехларова Т. (2014), Развиване на ключови компетентности чрез образованието по математика: Европейският проект KeyCoMath 43. Пролетна математическа конференция на СМБ, С., 2014. с.99-105
12. Кендеров П., Чехларова Т. & Гачев Г. (2021), Онлайн състезание „VIVA Математика с компютър“. Математика и информатика. 64(1), 36 – 51.
13. Кендеров П., Чехларова Т. (2018), Оптимални конични съдове - изследвания с динамични конструкции; Макрос 2000.
14. Кендеров П., Чехларова Т., Сендова Е. (2014), Изследователският подход в образованието по математика . В: Дидактически основи на изследователския подход в обучението. Том 1 - Благоевград: Универс. изд-во "Неофит Рилски", 11-17.
15. Ковачева и др. (2021), Методология за оценяване на дигиталномедийните умения на гимназисти.
16. Кокинова С.(2015), Предизвикателства в четириъгълник или експерименти по математика - защо не! В: Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности.Издателство Макрос 2015, ISBN 978-954-561-389-0, стр. 32-35
17. Кунчева Д. (2015), С мишка в ръка, В: Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности. Издателство Макрос 2015, ISBN 978-954-561-389-0, стр. 41-45
18. Лазаров Б., (2017), Логаритми и технологии в средното образование. Образование и технологии. Vol. 8.
19. Лесенски М., (2022), Индекс на медийната грамотност 2022. Как започна всичко, как продължава?
20. Национален стратегически документ „Цифрова трансформация на България за периода 2020 – 2030 г.“ https://www.strategy.bg/FileHandler.ashx?fileId=23004
21. Николова Е., Тупарова Д., (2018), Създаване на игри в часовете по информатика чрез използване на генератор на случайни числа, сп. Математика и информатика, 61(3), 232 – 259.
22. Петкова С. и др. (1988), Алгебра за 8 клас. Народна просвета.

23. Препоръка на Европейския парламент и на Съвета от 18 декември 2006 г. относно ключовите компетентности за учене през целия живот. (2006/962/ЕС). https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:EN:PDF
24. Препоръка на съвета на Европейския съюз от 22 май 2018 година относно ключовите компетентности за учене през целия живот (2018/C 189/01) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=GA
25. Сендов и др. (1988), Математика за 8 клас на ЕСПУ. Част II. Народна просвета.
26. Стратегия за ефективно прилагане на информационни и комуникационни технологии в образованието и науката на Република България (2014-2020 г.).
27. Табов Й., Данова В., Велчев А., (2008), Един опит за сравнение на методи за преподаване на темата "Тригонометрични уравнения". Proceedings of the International jubilee conference Computer methods in science and education, стр. стр. 252-256.
28. Трамонти М. (2020), Западни и източни подходи в образованието по математика, комбинирани с изкуство. Дисертация за присъждане на образователна и научна степен „Доктор" в професионално направление 1.3., докторска програма „Методика на обучението по математика, информатика и информационни технологии. ИМИ-БАН.
29. Христозова Н. (2015), Геометрия и моден дизайн, В: Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности. Издателство Макрос 2015, ISBN 978-954-561-389-0, стр. 72-74
30. Цветкова Н. (2015), Динамична математика с GeoGebra, В: Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности. Издателство Макрос 2015, ISBN 978-954-561-389-0, стр. 75-77
31. Цвятков Д. (2015), Симетричните функции в помощ на физичните явления, В: Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности. Издателство Макрос 2015, ISBN 978-954-561-389-0, стр. 78-82
32. Чехларова Т., Вълков М. (2021), Централна симетрия върху дъска, Е-списание "Педагогически форум", брой четвърти, 2021, DOI: 10.15547/PF.2021.021

33. Чехларова Т., Сендова Е. (2015), Добри практики в образованието по математика и ИТ за развиване на ключови компетентности, 2015
34. Чехларова Н. (2023), Изследване на системата за е-бизнес в контекста на повишаване на дигиталната компетентност на потребителите. Тонедико. София, с. 170.
35. Чехларова Т, Коцева М., Петков И., Цвятков Д., (2019), Уебинарът в подкрепа на Steam обучението в клас. Е-списание "Педагогически форум", брой трети, ДИПКУ на Тракийски университет, 33-44.
36. Чехларова Т. (2020), Ресурси за самопроверка във Виртуалния училищен кабинет по математика. Педагогика. 92(2), 168 – 179.
37. Чехларова Т., Цвятков Д., Чехларова Н. (2021), Първа седмица дистанционно обучение в СУ „Иван Вазов“ в Стара Загора. Стратегии на образователната и научната политика, 29, 2, 198-212
38. Чехларова Т., Чехларова Н., (2013), Динамични композиции в стил Анди Уорхол. В: Педагогически форум. Тракийски университет, ДИПКУ, Стара Загора, бр.2. 2013, с. 56-62, ISSN 1314-7986
39. Adams C., (1994), The knot book, W. H. Freeman and Company, New York
40. Bauch M., Thiere B., Unger L., Wassermann A., (2003), Dynamic mathematics software delivering multimedia support in education. *In:* Online Educa Berlin : 9th International Conference on Technology Supported Learning and Training. Berlin
41. Brečko B., Ferrari A., ed Vuorikari R., Punie Y., (2016), The Digital Competence Framework for Consumers; Joint Research Centre Science for Policy Report; EUR 28133 EN.
42. Calder N., (2018), Using Scratch to facilitate mathematical thinking’. Waikato Journal of Education, 23(2), 43-58. doi: 10.15663/wje.v23i2.654.
43. Carretero S., Vuorikari R., Punie Y., (2017), DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use, EUR 28558 EN,
44. Chehlarova T., Kenderov P., (2015), Mathematics with computer - a contest enhancing the digital and mathematical competences of the student

45. Chehlarova N., Gachev G., (2021), Online contest “Mathematics and art” for the development of key competencies. Pedagogika-Pedagogy. Volume 93, Number 1, 2021. p. 87-99
46. Chehlarova T. (2021), Game With Center Of Central Symmetry In The Plane. Symmetry: Culture and Science, 32, 2, Symmetrion, 277-280
47. Chehlarova, T., Valkov, M., (2021), Game with vertical axis of symmetry in a rectangular board. Symmetry: Culture and Science, 32, 2, Symmetrion, 285-288
48. Chehlarova, T. (2021), The Source of Life” in Bishop’s Basilica of Philippopolis in the Context of STEAM. Математика и информатика, 64, 6, 598-607
49. Chehlarova, T., G. Gachev, P. Kenderov, E. Sendova., (2014), A Virtual School Mathematics Laboratory. V-та Национална конференция по електронно обучение. Русе, 16-17.06.2014. pp.146-151.
50. Chehlarova, T., K. Chehlarova. (2014), Photo-pictures and dynamic software or about the motivation of the art-oriented students. In International Journal for Technology in Mathematics Education. vol.21, n1, Plymouth, England, 2014. ISSN 1744-2710
51. Chehlarova, T., K. Chehlarova. (2020), Managing Pepper’s Ghost Illusion Using Intelligent Methods. 2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS), IEEE, 415-420.
52. Chehlarova, T. (2019), Op Art in Mathematics Education or Counting of Quadrilaterals. Pedagogika-Pedagogy, 91(1), 8-16. [In Bulgarian]. ISSN:0861–3982
53. Christou C.(2010), Virtual Reality in Education, DOI: 10.4018/978-1-60566-940-3.ch012
54. Christou, C., Sendova, E., Matos, J.F., Jones, K., Zachariades, T., Pitta-Pantazi, D., Mousoulides, N., Pittalis, M., Boytchev, P., Mesquita, M., Chehlarova, T., & Lozanov, C. (2007), Stereometry Activities with Dalest. University of Cyprus: Nicosia. ISBN 978-9963-671-21-2
55. Contribution of Bulgaria to the CSTD 2017-18 priority theme on "Building digital competences to benefit from existing and emerging technologies with special focus on gender and youth dimensions"
56. Dahlstrom H., Bostrom L., (2017), Pros and Cons: Handwriting Versus Digital Writing, Vol. 12, No.4, 2017, p 143-161

57. Denisov R.V., Onykiienko Y. (2019), Perspectives and development of mixed reality technologies, Electronic and Acoustic Engineering
58. Digital competence framework for citizens
59. Donevska-Todorova A., Trgalova J., (2018), Learning mathematics with technology. A review of recent CERME research HAL Id: hal-01946347 https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01946347,
60. Drijvers P. (2013), Digital Technology in Mathematics Education: Why it works (or doesn't), PNA, 8(1), 1-20
61. European Reference Framework of Key Competences for Lifelong Learning
62. Geraniou E., Jankvist U. T., (2020), Mathematical digital competences for teaching. - from a networking of theories perspective, DOI:10.17185/duepublico/70775, Conference: 14th International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 2019)
63. Gocheva M., Somova E., Angelova V., Kasakliev N., (2020), Types of mobile educational games for children in primary school, Proceedings of 14th Annual International Technology, Education and Development Conference – INTED'2020, Valencia, Spain, 2-4.03.2020.
64. Kak A.,(2023), Lecture 12: Public-Key Cryptography and the RSA Algorithm, Purdue university, https://engineering.purdue.edu/kak/compsec/NewLectures/Lecture12.pdf
65. Kenderov P., Chehlarova T., Sendova E., (2015), A Web-based mathematical theme of the month, Mathematics Today, vol. 51, no. 6, pp. 305-309
66. Kenderov P., Chehlarova T., Sendova E., (2015), A Virtual Mathematics Laboratory in support of educating educators in inquiry-based style. IN: Katja Maaß, Bärbel Barzel, Günter Törner, Diana Wernisch, Elena Schäfer, Karen Reitz-Koncebovski (Editors) Conference Proceedings in Mathematics Education EDUCATING THE EDUCATORS: INTERNATIONAL APPROACHES TO SCALING-UP PROFESSIONAL DEVELOPMENT IN MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION. Pp. 167-176
67. Kiryakova G., Angelova N., Yordanova L., (2014), Gamification in education, 9th International Balkan Education And Science Conference, Edirne, Turkey
68. Kiryakova G., Angelova N., Yordanova L., (2018), The Potential of Augmented Reality to Transform Education into Smart Education, TEM Journal. Volume 7, Issue 3, Pages 556-565, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM73-11, August 2018

69. Kovatcheva E., Koleva M., (2021), STEAME model in action: challenges and solutions in mastering the digital culture, Book chapter: E-learning and digital education in the twenty-first century - challenges and prospects
70. Kozhuharova G., Ivanova D., (2015). Didactic models for applying ICT in education. Trakia Journal of Science. Vol.13, Suppl. 1, pp. 462-467.
71. Lazarov B., Dimitrov D., (2019), Computer supported reconsideration of conics. Образование и технологии. Vol. 10.
72. Mangen A, Anda L., Oxborough G., Bronnick K (2015), Handwriting versus keyboard writing: Effect on word recall, Journal of writing research
73. Noora L., LaaksoTiina S. KorhonenKai P.J. Hakkarainen, (2021), Developing students' digital competences through collaborative game design, https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104308.
74. Ottestad G., Keletric M., Gudmundsdottir G. B., (2014), Professional Digital Competence in Teacher Education
75. Pavlova N., Toncheva M. (2022), Types of solutions in the didactic game „Logical Monsters". Mathematics & Informatics ., Vol. 65 Issue 5, p 484-493.
76. Pavlova N., (2020), Didactic Game "Possible Cross Sections".Mathematics and Informatics. 63(4), 194 – 202.
77. Pierce R., Stacey K. (2010), Mapping pedagogical opportunities provided by mathematics analysis software. Technology, Knowledge and Learning, 15(1), 1-20.
78. Punie Y., Brecko B., editor(s), Ferrari A., (2013), DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. EUR 26035, Publications Office of the European Union, Luxembourg,
79. Punie Y., editor(s), Redecker, C., (2017), European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu, EUR 28775 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg,
80. Rapeepisarn K., Wong K. W., Fung C. C., Khine M. S., (2008), The relationship between Game Genres, Learning Techniques and Learning Styles in Educational Computer Games, DOI:10.1007/978-3-540-69736-7_53, conference: Technologies for E-Learning and Digital Entertainment, Third International Conference, Edutainment 2008, Nanjing, China, June 25-27, 2008, Proceedings

81. Roldan-Zafra J., Perea C., (2022), Math Learning in a Science Museum—Proposal for a Workshop Design Based on STEAM Strategy to Learn Mathematics. The Case of the Cryptography Workshop, Mathematics 2022, 10, 4335.
82. Sendov B., Sendova E., (1995), East or West - GEOMLAND is BEST, or Does the Answer Depend on the Angle?, in A.A. diSessa, C. Hoyles, R. Noss (Eds.) Computers and Exploratory Learning , NATO ASI Series, Series F; Computer and Systems Sciences, Vol. 146, Berlin: Springer - Verlag, 1995, pp. 59 – 79
83. Sendova E., Chehlarova T., (2013), Studying fine-art compositions by means of dynamic geometry constructions. Scientia iuvenis, Book of Scientific Papers, Scientific guarantee: prof. RNDr. Lubomir Zelenicky, CSc. Slovak republic, Constantine the Philosopher University in Nitra, 2013, pp. 495-502
84. Sendova E., Chehlarova T., Boytchev P., (2007), Words are silver, mouse-clicks are gold? (or how to optimize the level of language formalization of young students in a Logo-based cubics world). Informatics in education, Vilnius, vol. 6, №2, 2007, pp. 411–428. ISSN 1648-5831
85. Steinkuehler C., (2008), Massively Multiplayer Online Games as an Educational Technology: An Outline for Research, 2008, Vol. 48, No. 1 (January-February 2008), pp. 10-21
86. Taylor M., Harlow A., Forret M. (2010), Using a Computer Programming Environment and an Interactive Whiteboard to Investigate Some Mathematical Thinking,
87. The STEM Discovery Campaign през 2022 г. https://www.scientix.eu/events/campaigns/sdc22/#map
88. The STEM Discovery Campaign Blog - A lesson in central symmetry https://sdw-blog.eun.org/2022/06/30/a-lesson-in-central-symmetry/
89. Vuorikari R., Kluzer S., Punie Y., (2022), DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg,
90. Vuorikari R., Punie Y., Carretero S., Van Den Brande G., (2016), DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: the Conceptual Reference Model. EUR 27948 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union;

91. Yoshinov R., Chehlarova T., Kotseva M., (2021), The e-Facilitator as a Key Player for Interactive Dissemination of STEAM Resources for e-Learning via Webinar.

Списък на публикациите

Chehlarova T., Valkov M., (2021), Game with vertical axis of symmetry in a rectangular board. Symmetry: Culture and Science, 32, 2, Symmetrion, 285-288, ISSN: 0865-4824(print),ISSN: 2226-1877

Чехларова Т., Вълков М., (2021), Централна симетрия върху дъска, Е-списание "Педагогически форум", брой четвърти, DOI: 10.15547/PF.2021.021, ISSN:1314-7986

Вълкова Д., Вълков М., (2021), Подправките и дигиталната компетентност в образованието по математика и информационни технологии, Е-списание "Педагогически форум", брой трети, DOI: 10.15547/PF.2021.018, ISSN:1314-7986

Вълков М., (2022), Синхронно дистанционно обучение в образователната игра "*СтруниМа*", Е-списание "Педагогически форум", брой първи, DOI: 10.15547/PF.2022.005, ISSN:1314-7986

Докладване пред научни форуми на резултати по темата на дисертацията

- Дигитални ресурси за изучаване на осева симетрия, проф. Тони Чехларова, Младен Вълков. Отчетна сесия на секция ОМИ,
- Дигитален аплет с покритие на дъска с L-тримино. Младен Вълков, Национален семинар по математическо образование 2020, http://www.math.bas.bg/omi/nso/?cat=21
- Ябълкова математика, Даринка Вълкова, Младен Вълков, „Динамична математика в образованието“, 15 февруари 2020, ИМИ-БАН
- Цифрови технологии в работата с млади таланти и специални целеви групи - Петдесета юбилейна пролетна конференция, Бургас, 1-5 септември 2021 г., akad. Petar Kenderov, prof. Toni Chehlarova, Georgi Gachev, Mladen Valkov
- Игрова школа в *СтруниМа*, Младен Вълков, Национален семинар по математическо образование 2021.
- Примери за тримерни модели за обучението по математика. Петър Кендеров, Тони Чехларова, Младен Вълков, Национален семинар по математическо образование 2021.
- *СтруниМа* - комбинаторни задачи в триизмерни дъски, Младен Вълков, Национален семинар по математическо образование 2022.
- Дигитален аплет "Оцветяване без едноцветна клика", Младен Вълков, "10 години JUMPMath"
- Game with vertical axis of symmetry in a rectangular board - Symmetry Festival, Sofia, Bulgaria, 9-12 July 2021, Toni Chehlarova, Mladen Valkov и участие с уъркшоп във "Фестивал на симетрията" - 9-12 юли 2021, София (Т. Чехларова, М. Вълков)
- Демонстрация на система за обучение по комбинаторика, Младен Вълков, Европейска нощ на учените 2021.
- Дигитален аплет с графи—намиране на Ойлеров цикъл, Младен Вълков „Динамична математика в образованието“, 14 февруари 2021, ИМИ-БАН.
- Възли и връзки, „Динамична математика в образованието“, 12 февруари 2022, ИМИ-БАН, Младен Вълков
- Синхронно дистанционно обучение, чрез предварително зададени стъпки, Младен Вълков „Динамична математика в образованието“, 11 февруари 2023, ИМИ-БАН