



ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ „НЕОФИТ РИЛСКИ“ -
БЛАГОЕВГРАД

ФАКУЛТЕТ ПО ПЕДАГОГИКА
КАТЕДРА „ПРЕДУЧИЛИЩНА И НАЧАЛНА УЧИЛИЩНА
ПЕДАГОГИКА“

Верица Арсов

**УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА МАТЕМАТИЧЕСКАТА
КОМПЕТЕНТНОСТ НА УЧЕНИЦИТЕ ОТ ТРЕТИ
КЛАС ЧРЕЗ ПРОЕКТНА УЧЕБНА ДЕЙНОСТ**

АВТОРЕФЕРАТ

за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“
Област на висше образование **1. Педагогически науки**
Професионално направление **1.2. Педагогика**
Докторска програма „**Методики на обучението в началните
класове**“
(**Методика на обучението по математика**)

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:
Доц. д-р Янка Стоименова

Благоевград
2024

Дисертационният труд е обсъден и предложен за публична защита на заседание на катедра „Предучилищна и начална училищна педагогика“ при Факултета по педагогика на ЮЗУ „Неофит Рилски“ – Благоевград на г.

Дисертационният труд съдържа 190 страници основен текст и 23 страници приложения. В него са включени 41 таблици, 72 диаграми, 10 фигури, 2 анкетни карти, 2 самостоятелни работи на ученици и 5 проектни карти. Библиографията обхваща 156 източника, от които 129 на кирилица, 25 на латиница и 2 онлайн източника.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на г. от часа в зала, I УК на ЮЗУ „Неофит Рилски“, бул. „Иван Михайлов“ № 66, Благоевград.

СЪДЪРЖАНИЕ

Увод/ 4

Актуалност на проблема/ 4

Постановка на изследването/5

Същностна характеристика на компетентността в контекста на проектната учебна дейност /10

Дидактико-методически анализ на състоянието на проблема за проектната учебна дейност в обучението по математика/14

Методика за усъвършенстване на математическата компетентност на учениците/15

Изводи/62

Препоръки/63

Научни приноси/64

Публикации по темата на дисертационния труд/65

УВОД

Въпросът, свързан с динамичността в образованието не е ново явление. В съвременното, в което израства ученикът, се налагат нови образователни технологии, които надхвърлят традиционния процес. Самите технологии разширяват познавателния интерес на учениците, което води до необходимостта от усъвършенстване на учебния процес.

Модерното и креативно обучение има за цел да изгради една съвременна личност, която има познания от различни области. Не е случаен фактът, че в учебните програми са заложили различни по характер учебни дисциплини. Значително място сред тях заема и математиката, която в началното училище се основава на градусна единица, с която се развива умственият капацитет на личността. Математическите знания, с които учениците се запознават, са специфични по своя характер, в определена степен са абстрактни и трудни за усвояване от страна на учениците, но самите знания могат да се прилагат в съвсем реални житейски ситуации. Математическото обучение не е насочено само към овладяване на конкретно математическо съдържание, а и към решаването на различни по трудност математически казуси. Този тип дейности лежат в основата на проектните дейности.

АКТУАЛНОСТ НА ПРОБЛЕМА

През последните години в съвременното българско училище се налагат много нови и ефективни образователни практики. Те разнообразяват учебния процес и предизвикват активността на учениците. Прегледът на литературните източници показва, че съвременните ученици се нуждаят от активни методи, чрез които знанията се усвояват не само на теория, но и на практика. От научната литература са известни много разработки, свързани с проблемите на активното учене и те се използват за усъвършенстване на учебно-възпитателната практика, включително и по математика в началните класове.

Един от начините за повишаване ефективността на учебно-възпитателния процес по математика в началните класове е включването на учениците в проектна дейност. Чрез

тази дейност те практически прилагат усвоените математически знания, в резултат на което знанията стават по-трайни и по-задълбочени.

Наблюденията в практиката показват, че проектна дейност в обучението по математика в началните класове се използва много рядко. Ако в обучението на учениците се използва проектна математическа дейност, те самите ще стават по-активни, мотивирани, креативни, с лекота ще се справят с трудните математически задачи.

ПОСТАНОВКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Актуалността на разработвания проблем в дисертационния труд е представена в две насоки:

1. В теоретичен план:

- в литературен план няма достатъчно източници, които обстойно да разглеждат проблема за усъвършенстването на математическите компетентности на учениците чрез проектна учебна дейност;

- проучванията, които са направени до момента не са задълбочени по отношение на решаването на математически задачи, с помощта на проектната учебна дейност.

2. В практически план:

- до настоящия момент не е разработена цялостна методика, която се отнася до решаването на математически задачи с помощта на проектната учебна дейност;

- на практическо равнище не са определени точните изисквания, от които да се ръководи изпълнението на проектната дейност по математика, а са достъпни общи определения за проектнобазираното обучение;

- няма налични изследвания, които да доказват, че след проектнобазираното обучение са се усъвършенствали математическите компетентности на учениците.

Актуалността и значимостта на разработвания проблем за усъвършенстване на математическите компетентности на учениците от трети клас в условия на проектната учебна дейност позволява да се определят следните параметри:

ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО е проектната учебна дейност на учениците от трети клас по математика.

ПРЕДМЕТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО са закономерностите, които съществуват между уменията на учениците за реализиране на проектна дейност и усъвършенстването на математическата им компетентност.

ЦЕЛТА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО е разкриване на същността на математическите компетентности на учениците от трети клас и създаване на методика за усъвършенстването им чрез участие на учениците в проектна учебна дейност.

Съобразно издигнатата теоретична постановка на същностната характеристика на проектната учебна дейност е формулирана следната **ХИПОТЕЗА**: Допускаме, че чрез участие в проектна учебна дейност по математика и в съответствие с възрастовите особености на учениците от трети клас е възможно да се постигне развитие на математическите им компетентности при условие, че:

- у учениците се изградят умения за работа по проект;
- използва се специално разработена система от учебни проекти.

За постигане на така набелязаната цел и проверка на поставената хипотеза е необходимо да бъдат решени следните **НАУЧНО- ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ЗАДАЧИ**:

1. Да се изгради и експериментално провери дидактически модел на проектната учебна дейност по математика.

2. Да се разработи и апробира система от учебни проекти, които са подчинени на учебното съдържание по математика и свързани с прилагането на аритметични, геометрични, алгебрични знания, текстови задачи и именувани числа.

3. Да се предложи система от упражнения за диагностициране на математическата компетентност на учениците от трети клас със съответни критерии за оценяване.

4. Да се изгради система от критерии и показатели за оценяване на продуктите от дейността на учениците (проектните карти).

5. Да се установи влиянието на проектната дейност върху математическата компетентност на учениците и тяхната рефлексия.

МЕТОДИЧЕСКА ОСНОВА на изследването е:

- Теорията за личностно-действиен подход (С. Рубинщайн, Л. Виготски, И. Якимовска), според която в центъра на обучението е личността с нейните потребности.

- Теорията за поэтапното формиране на умствените действия (П. Галперин).

- Основните положения на проблемно-развиващото обучение (А. Матюшкин, М. Махмутов, В. Кудрявцев).

В ТЕОРЕТИЧЕСКАТА ОСНОВА на изследването се поставят:

- Принципът за единство за съзнание и дейност (Л. Виготски, С. Рубинщайн).

- Компетентностният подход в обучението, който включва знания, отношения, диспозиции, процедурни умения, когнитивни умения, експериментални умения.

- Системно-структурният подход, според който проектната учебна дейност се разглежда като система, състояща се от взаимно свързани компоненти, а математическата компетентност – като част от общата компетентност на ученика.

- Елементи от варианта на система от основни учебни дейности по математика, разработен от Я. Стоименова.

МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ, прилагани в хода на дидактическият експеримент:

1. Теоретично проучване. Включва: анализ на дидактическата и методическата литература по отношение на математическата компетентност на учениците и проектната учебна дейност в обучението; анализ на учебни програми и учебници по математика за трети клас.

2. Дидактически експеримент: констатиращ етап, формиращ етап и контролен етап на дидактическия експеримент.

3. Наблюдение. Наблюдавани са уроци по математика в трети клас с цел установяване състоянието на учебно-възпитателната работа по проучвания проблем.

4. Анкетиране. Проучено е мнението на 40 начални учители (от гр. Благоевград, гр. Кюстендил и гр. Симитли), относно прилагането на проектната дейност в обучението по математика; проучено е мнението на учениците, участващи в експерименталното обучение по отношение на рефлексията и саморефлексията.

5. Експертна оценка на началните учители.

6. Проучване на продукти от дейността на учениците. Оценяване на проектни карти; оценяване на проведени самостоятелни работи по математика с цел изследване на математическите компетентности на учениците преди и след провеждане на експерименталното обучение.

7. Математико-статистически методи за обработка на резултатите средна аритметична величина (\bar{X}), χ^2 непараметричния корелационен анализ на Спирмън, Критерий на Уилкоксън и Маниутни.

НАУЧНИЯТ ИНСТРУМЕНТАРИУМ, необходим за експерименталното проучване включва:

1. Анкетна карта.

2. Контролни работи – съдържащи аритметични и алгебрични знания; геометрични и текстови задачи – за съставяне и преобразуване, с помощта на които се измерва равнището на математическите компетентности на учениците.

3. Показатели за измерване на математическите компетентности на учениците (правилност, гъвкавост, съзнателност и трайност).

Правилност – за отчитане на последователността на прилагане на съответния алгоритъм.

Гъвкавост – за отчитане подвижността на мисловните процеси.

□ Съзнателност – за отчитане на осъзнато прилагане на математически знания (компетентности).

□ Трайност – за отчитане продължителността на запазване в паметта на дадено знание.

4. Равнища на развитие на математическите компетентности – високо, средно, ниско с определени качествени характеристики.

ОРГАНИЗАЦИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Дидактическият експеримент е проведен през учебната 2021/2022 година с ученици от трети клас.

Целта на констатиращия етап на дидактическия експеримент е да се проучи педагогическият опит на началните учители и да се установи равнището на развитие на математическите компетентности на учениците от експерименталните и контролните класове (общо 74 ученици от СУ „Св. Св. Кирил и Методий“, гр. Симитли и ОБУ „Паисий Хилендарски“, с. Долно Осеново), както следва ЕК1 (19 ученици) – III а клас от СУ „Св. Св. Кирил и Методий“, гр. Симитли, ЕК2 (19 ученици) – III б клас от СУ „Св. Св. Кирил и Методий“, гр. Симитли, КК1 (18 ученици) – III в клас от СУ „Св. Св. Кирил и Методий“, гр. Симитли, КК2 (18 ученици) – III г клас от ОБУ „Паисий Хилендарски“, с. Долно Осеново.

Формиращият етап на дидактическия експеримент има за цел да се апробира предварително разработената система от учебни проекти, свързани с учебното съдържание по математика за трети клас, при които се прилагат аритметични, геометрични, алгебрични знания, текстови задачи и именувани числа.

Контролният етап на дидактическия експеримент има за цел да установи настъпилите промени в равнището на математическите компетентности (знания и умения) на учениците, като най-напред се съпоставят резултатите на учениците от експерименталните и контролните класове, а след това се сравняват (*съпоставят*) резултатите на едни и същи ученици (от експерименталните класове), получени в началото и в края на дидактическия експеримент.

СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Съдържанието на дисертационния труд е структурирано в увод, три глави и заключение.

В увода се обосновава актуалността на проблема от необходимостта за реализиране на проектни учебни дейности в учебно-възпитателния процес.

СЪЩНОСТНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА КОМПЕТЕННОСТТА В КОНТЕКСТА НА ПРОЕКТНАТА УЧЕБНА ДЕЙНОСТ

В **първа глава** са разгледани концепциите на авторите (В. Здравкова, С. Вликова, В. Гюрова, С. Костова, Н. Витанова) за понятието компетентност.

Все по-често в научната литература въпросът, свързан с компетентностите, е актуален и значим за редица изследователи, работещи в тази област. Безспорен е фактът, че учениците от начален етап трябва да притежават необходимите компетентности, с помощта на които те усъвършенстват своите знания, умения, навици и способности. Всичко това води до непрекъснато търсене на конкретна информация, за да умеят да планират и реализират задачите си.

Компетентностите най-често се определят като съвкупност от знания, умения и навици, които се усъвършенстват в процеса на обучение. Знанията се свързват с отговори на следните въпроси: Кога?, Къде?, Колко? и др., а придобитите умения изискват, всичко което е научено на теория, да може да се приложи на практическо равнище.

В държавния образователен стандарт са определени следните ключови компетентности, заложи в *Наредба № 5 от 30 ноември 2015 г. за общообразователната подготовка*:

- компетентности в областта на българския език;
- умения за общуване на чужди езици;
- математическа компетентност и основни компетентности в областта на природните науки и на технологиите;

- дигитална компетентност;
- умения за учене;
- социални и граждански компетентности;
- инициативност и предприемчивост;
- културна компетентност и умения за израстване чрез творчество;
- умения за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот и спорт.

Съвременната образователна парадигма, свързана с учебния процес отхвърля идеята за количественото натрупване на обемна информация, а именно фокусът е насочен към това как тези знания да се прилагат в практиката.

Компетентностният подход е заложен в основата на организирането на учебно-възпитателния процес по математика. Обучението по математика има за цел да провокира мисленето на учениците, тяхното въображение, да се изградят практически умения и развитие на тяхната самостоятелност и инициативност.

С постоянното усъвършенстване на технологиите идва и осъвременяването на терминологичния апарат. Овлабяването на математически знания, умения и навици в съвременната методическа практика, често пъти бива заменяно с понятието „математическа компетентност“. Това не е ново понятие нито в теорията, нито в практиката. Целта на съвременната образователна парадигма е, постоянно да се усъвършенстват математическите компетентности, като се прилагат различни образователни стратегии, при които учениците са активни субекти. Усъвършенстването на математическите компетентности от страна на учениците изисква системност и последователност при усвояването им.

За пълноценното усъвършенстване на математическата компетентност значима роля има учителят, който трябва да организира така учебния процес, че да има накрая резултатност. За да се постигне това е необходимо учебният процес да бъде мотивиращ, предразполагащ и даващ възможност за изява от страна на преките потребители.

В първа глава са направени и някои понятийно-терминологични уточнения на понятието „проектна учебна дейност“ на редица учени, като например: С. Николаева, К. Марулевска, Д. Дюи, П. Дюлгерова, Т. Панайотова и др.

Съвременната образователна парадигма се основава и на добро педагогическо взаимодействие между учител-ученик, ученик-ученик. Между самите ученици трябва да има взаимно доверие и уважение. Затова в начален етап се наблюдава необходимостта от прилагането на алтернативни варианти, каквито са: груповата работа, проектната учебна дейност, проектния метод, проектно базирано обучение. С помощта на споменатите стратегии се разширява познавателният интерес на ученика.

Проектните дейности дават възможност на учениците самостоятелно да организират дейностите, както и съзнателно достигане до финалната цел. Проектните дейности интегрират знания от различни научни области, което води до по-лесно усвояване на учебния материал.

В основата на учебния проект е заложена идеята за свързване на теорията и практиката – всичко, което е научено на теория да бъде приложено на практическо равнище. В проектната дейност учениците виждат постиженията си. В същото време чрез нея се открояват техните пропуски и грешки, върху които е необходима системна и целенасочена работа.

За да се реализира един проект успешно, е необходимо да бъде сформиран добър екип, който да работи целенасочено върху поставената дейност. Участниците се ръководят от учителя, който ги насърчава към успешното приключване на дейността.

По време на учебните проекти трябва да доминира сплотеност между самите участници. Както е споменато в научната литература сплотеността е такова състояние на екипа, което е в резултат на взаимодействие между членовете на екипа.

В резултат на анализиранияте дидактически и частно-методически аспекти на проблема за математическата компетентност и проектната учебна дейност по математика,

следва да се уточни използваният в дисертационния труд понятиен апарат.

В настоящата разработка понятието **математическа компетентност** се разглежда като обобщено понятие, което в съдържателно отношение включва **математически компетентности** (знания, отношения, диспозиции, процедурни умения, когнитивни умения и експериментални умения), свързани с овладяването на: аритметични знания, алгебрични знания, геометрични знания, текстови задачи и именувани числа.

В настоящата разработка **под проектна учебна дейност по математика** в трети клас се разбират съвместните дейности на учителя и учениците, при които учениците овладяват определени математически компетентности, а учителят организира и ръководи процеса на тяхното овладяване.

За тази цел учителят:

- подбира** темите за проектната учебна дейност, които са съобразени с учебното съдържание по математика за трети клас;
- предлага** в определена последователност дейностите, заложи за изпълнение;
- повишава и поддържа** познавателната активност на участниците в проектната учебна дейност;
- осигурява** качествено възприемане на възложените дейности, които да се изпълнят сетивно и логически;
- организира** проектната учебна дейност на учениците, която е насочена към усъвършенстване на математическите им компетентности;
- контролира** процесите за осъществяване на проектната учебна дейност;
- оценява** постигнатите крайни резултати от проектната дейност.

Учениците от своя страна:

- възприемат** дейностите за изпълнение на проекта;
- осмислят** начини за реализирането им;
- запомнят** начина, по който са достигнали до крайната цел;
- прилагат** усвоените математически компетентности при решаването на практически задачи.

ДИДАКТИКО-МЕТОДИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ПРОБЛЕМА ЗА ПРОЕКТНАТА УЧЕБНА ДЕЙНОСТ В ОБУЧЕНИЕТО ПО МАТЕМАТИКА

Във **втора глава** е направен анализ на учебните програми от 1982 г., 1991 г., 2003 г., както и действащата учебна програма по математика за трети клас. Също така е направен сравнителен анализ на учебници по математика на три авторски колектива (два в България и един авторски колектив от Сърбия). Посочени са недостатъците, а и възможностите, които учебното съдържание предоставя за реализиране на проектна учебна дейност.

От извършените наблюдения в масовата учебно-възпитателна практика може да се направи следният **извод**: Наблюденията в практиката показват, че не се използват възможностите на проектната учебна дейност, дори в малкото случаи, когато това е загатнато в учебното съдържание, включено в учебника по математика. Отново се разчита на педагогическото майсторство на началния учител.

Анкетното проучване е проведено с 40 начални учители (гр. Симитли, гр. Благоевград, гр. Кюстендил) във връзка с проследяване влиянието на проектнобазираното обучение в урока по математика в началния етап на основното образование. Въпросите, поместени в анкетната карта са 10 на брой и съдържат осем въпроса от затворен тип и два въпроса със свободен отговор от страна на респондентите. Въз основа на проведеното анкетно проучване могат да се направят следните **изводи**:

– Прилагането на проектната дейност в урока по математика е от голямо значение, защото допринася знанията да се усвояват по-бързо и по-ефективно.

– Стимулират се творческото въображение и логическото мислене при поставена задача.

– Формират се умения за работа в екип.

– Развиват се креативността и мотивацията за учене през целия живот.

МЕТОДИКА ЗА УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА МАТЕМАТИЧЕСКАТА КОМПЕТЕНТНОСТ НА УЧЕНИЦИТЕ

С цел да се установи равнището на математическите компетентности на учениците от трети клас бе проведена входяща диагностика през учебната 2021/2022 година. Бяха обхванати четири паралелки, два експериментални класа ЕК1 (19 ученици – СУ „Св. Св. Кирил и Методий“, гр. Симитли), ЕК2 (19 ученици – СУ „Св. Св. Кирил и Методий“, гр. Симитли) и два контролни класа КК1 (18 ученици – СУ „Св. Св. Кирил и Методий“, гр. Симитли) и КК2 (18 ученици – ОБУ „Паисий Хилендарски“, с. Долно Осеново).

За целта на изследването бе приложена диагностиката на Г. Бижков за резултати от обучението по математика. На учениците е предложен дидактически тест, съдържащ определени математически задачи. Всеки тест се проверява чрез система от показатели:

- Събиране на числата до 100 с и без преминаване;
- Изваждане на числата до 100 със заемане и без заемане;
- Ред на действията на числов израз със скоби и без скоби;
- Таблично умножение и деление;
- Сравняване на числата, получени в резултат на аритметичните операции;
- Намиране на неизвестно число;
- Съставяне на числови изрази по дадени данни;
- Намиране на страна на геометрична фигура;
- Съставяне и решаване на текстова задача.

Показателите се групират в две равнища:

Първо равнище включва показатели за установяване равнището на уменията за решаване на алгоритмични задачи. **Второ равнище** включва показатели за установяване равнището на уменията за творческо прилагане на математическите знания.

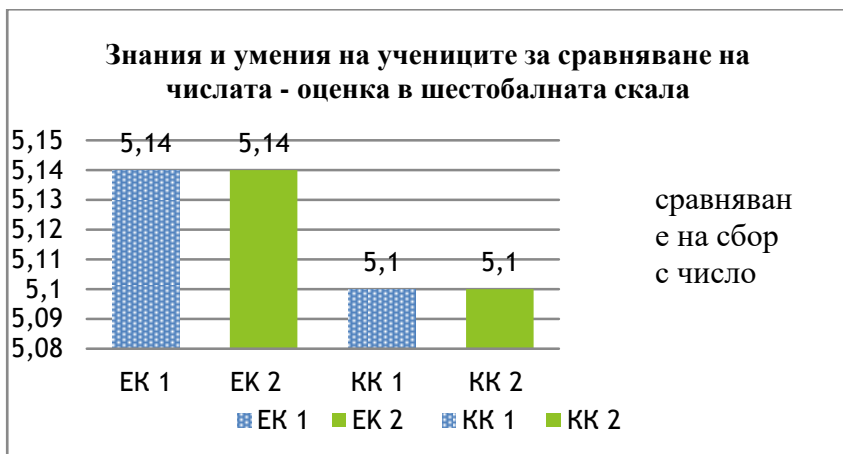
Оценяването се осъществява по отделните показатели и се реализира с помощта на тристепенна скала (Фиг. № 1).



Фигура № 1. Тростепенна скала за оценяване равнището на усвоени знания и умения от учениците

Първа степен от скалата „не знае“, се отнася в случаите, при които задачата е решена напълно погрешно или ученикът се е отказал да реши задачата. Втора степен „колебае се“, се отнася за задачи, в които ученикът е използвал правилно алгоритъма за изчисление, но е допуснал изчислителна грешка или не е изпълнил всички подусловия. Трета степен „знае“, е показател, че ученикът правилно е използвал алгоритъма за решение и е изпълнил всички заложиени подусловия. Изчислява се средното аритметично на всеки клас като цяло по всеки показател. Удвоява се средното аритметично и се получава оценка в шестобална скала за всеки показател.

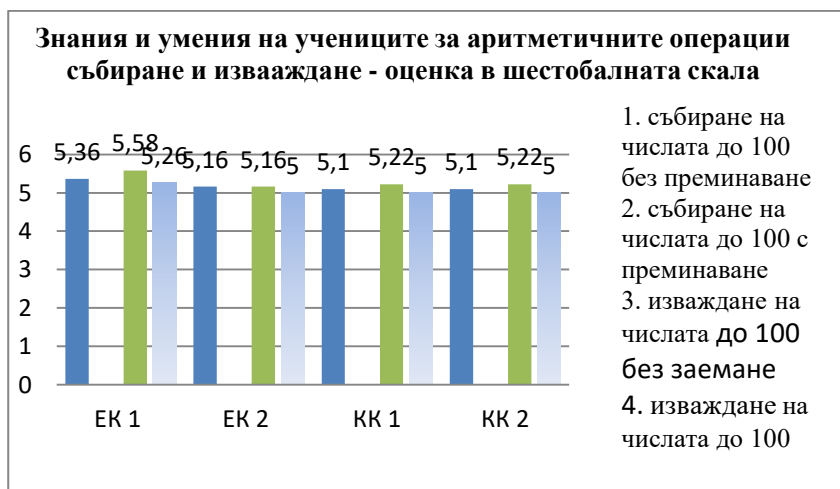
Сравнителният анализ на четирите класа отнасящ, се до сравняване на сбор с число показва, че учениците се справят добре с тази дейност. Най-висок резултат показват учениците от двата експериментални класа, с оценка по шестобалната скала 5,14, а малко по-нисък резултат регистрират учениците от двата контролни класа 5,10 (Диаграма № 1).



Диаграма № 1

Ниските стойности по този показател се отнасят до колебания в отговорите. В самостоятелните работи не се наблюдават случаи, при които ученикът се е отказал да реши задачата.

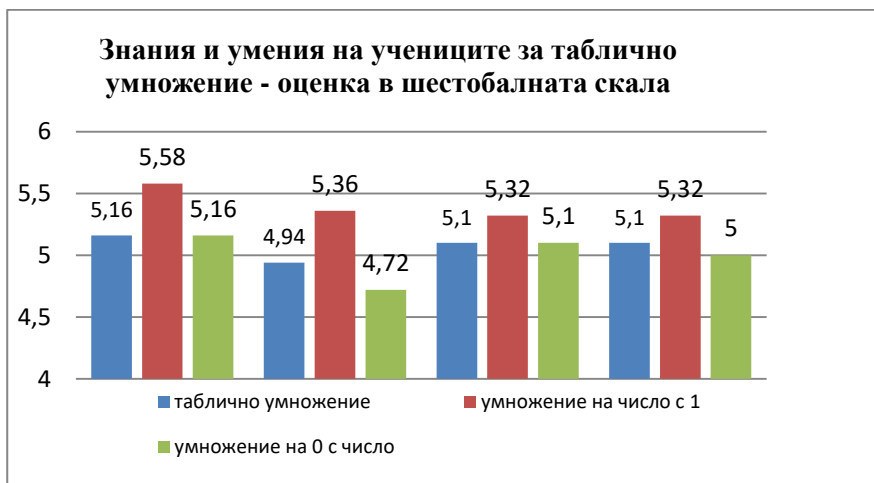
Втората голяма категория показатели е свързана с аритметичните операции събиране и изваждане (Диаграма № 2).



Диаграма № 2

Учениците от ЕК1 показват стойност (5,36). Малко по-нисък резултат се забелязва при ЕК2 (5,10), а двата контролни класа отчитат сходни стойности (5,10). При извършване на аритметичната операция събиране на числата до 100 с преминаване се отчитат сравнително добри резултати, като учениците от двата експериментални класа показват еднакви резултати (5,16). При двата контролни класа се отчитат сходни стойности (4,54). В случаите при аритметичната операция изваждане на числата до 100 без заемане се отчитат високи резултати: учениците от ЕК1 (5,58), двата контролни класа показват еднакви стойности (5,22), а малко по-нисък резултат се наблюдава при ЕК2 (5,16). При аритметичната операция изваждане на числата до 100 без заемане се регистрират малко по-ниски стойности: учениците от единия експериментален клас показват малко по-висок резултат (5,26) спрямо останалите ученици, които показват еднакви резултати, а това са ЕК2, КК1 и КК2 (5).

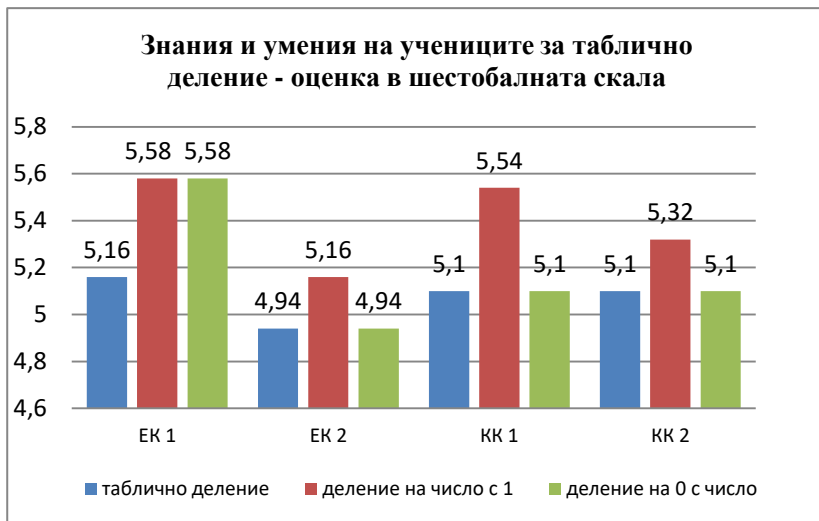
С постъпването си в трети клас, освен аритметичните операции събиране и изваждане, учениците се запознават и с умножение и деление (Диаграма № 3).



Диаграма № 3

Една от най-често допуснатите грешки се наблюдава при аритметичната операция умножение на число с 0. Учениците неправилно решават задачите от събиране и умножение с 0. Най-високи резултати се наблюдават при умножение на число с 1. От предоставените случаи на умножение най-високи стойности се наблюдават при умножение на число с 1. Въпреки високият процент на успеваемост, отново се забелязват грешки при неправилно решена задача или ученикът не работи по задача. Стойността, която учениците от двата експериментални класа получават е (5,58), а при двата контролни класа се забелязват по-ниски резултати (5). За четирите класа при таблично умножение се наблюдава следната тенденция: най-висок резултат постигат учениците от ЕК1 (5,16), на следващо място се нареждат двата контролни класа с еднакви стойности (5,10), докато учениците от ЕК2 отчитат сравнително по-нисък резултат (4,94).

След установяване на знанията за аритметичната операция умножение следва да се установи до каква степен учениците са овладели аритметичната операция деление. На учениците са предоставени три случая за деление: таблично деление, деление на 0 с число и деление на число с 1 (Диаграма № 4).



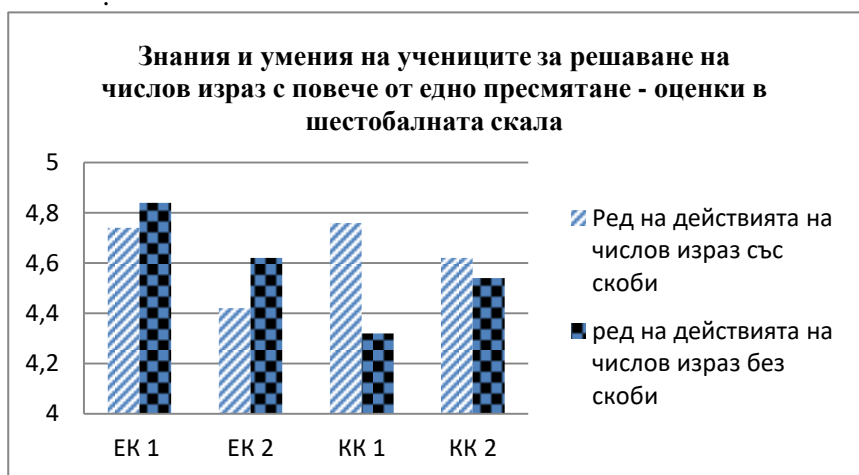
Диаграма № 4

Най-добри резултати и четирите класа показват при показателя деление на число с 1, и то по следния начин: най-висока стойност се наблюдава при ЕК1, на второ място се нарежда КК1, на следващо място заема КК2 и най-нисък резултат показват учениците от ЕК2. Следващият показател, който се разглежда в дидактическите тестове е деление на 0 с число. Сравнение с предишния разглеждан показател тук получените стойности показват значително по-слаби резултати: Отново на първо място се нарежда ЕК1, на следващо място и двата контролни класа регистрират идентични резултати и ЕК2 е на последно място. При показателя таблично деление се наблюдават добри резултати в четирите класа. Най-висок резултат показват учениците от ЕК1, еднакви резултати се забелязват при двата контролни класа и малко по-ниски стойности се констатира при ЕК2.

Грешките, които са допуснати са от същия тип, както и при действие умножение. В самостоятелните работи се

забелязват случаи, в които ученикът е решил задачата погрешно или се е отказал да работи по нея.

Наред с усвояването и усъвършенстването на алгоритъма за извършване на аритметичните операции учениците, постъпващите в трети клас е необходимо да притежават определени знания за реда, по който се прилагат действията. В дидактическите тестове фигурират показатели, които се отнасят до решаване на числови изрази без и със скоби, като се обръща специално внимание на прилагане на правилото за реда на действията (Диаграма № 5).



Диаграма № 5

При анализа на резултатите се стига до извода, че учениците правилно определят реда на действията и правилно извършват пресмятанията или правилно извършват реда на действията, но допускат изчислителни грешки, но също така се наблюдават случаи, при които ученикът се е отказал да реши задачата.

Наред с аритметичните, учениците, които постъпват в трети клас е нужно да владеят определен обем алгебрични знания. Следващата категория показатели, които са заложиени в

дидактическите тестове, се отнасят до намиране на неизвестно събираемо и неизвестен множител (Диаграма № 6).

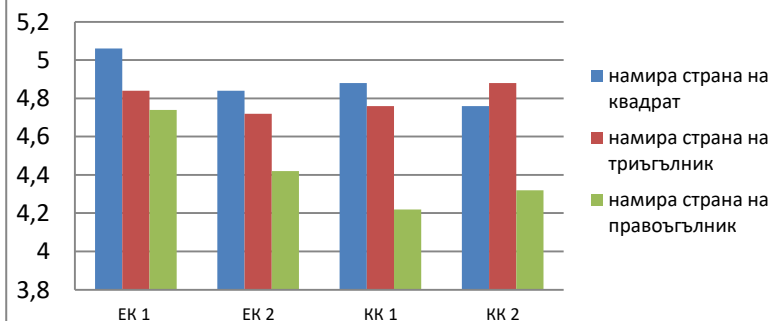


Диаграма № 6

При сравнителния анализ на двата показателя се установява, че учениците срещат трудности при намиране на неизвестно събираемо. Грешките, които се забелязват, са: ученикът използва правилото за намиране на неизвестното число, но допуска изчислителни грешки; не умее да използва правилото за намиране на неизвестното число; отказва се да реши задачата.

След проучване на алгебричните и аритметичните знания следва да се изследват и геометричните знания, които учениците трябва да владеят. Тази категория включва показатели за намиране на страна на геометрична фигура (правоъгълник, квадрат и триъгълник). Получените стойности на всеки един от показателите регистрират и трудностите, с които учениците се сблъскват при намиране на страна на геометрична фигура (Диаграма № 7).

Знания и умения на учениците за намиране страна на геометрична фигура - оценка в шестобална скала



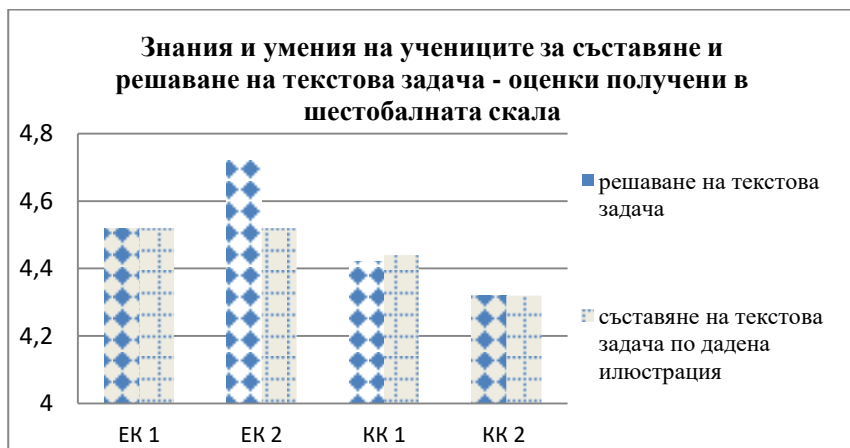
Диаграма № 7

Четири изследвани класа най-добре се справят при намиране на страна на квадрат, като следва: ЕК1 (5,06), ЕК2 (4,84), КК1 (4,88), КК2 (4,76). Учениците повече изпитват трудности при намиране на страна триъгълник, но все пак се справят добре с тази дейност, което се потвърждава от резултатите: ЕК1 (4,84), ЕК2 (4,72), КК1 (4,76), КК2 (4,88). Оценъчните стойности регистрират, че най-трудна за учениците се е оказала задача за намиране страна на правоъгълник. Въпреки, трудностите, учениците от експерименталните класове успяват да се справят по-добре в сравнение с контролните класове, и то ясно се вижда по получените резултати: ЕК1 (4,74), ЕК2 (4,42), КК1 (4,22), КК2 (4,32).

По този показател можем да достигнем до извода, че ученикът правилно намира страна на геометрична фигура и правилно извършва пресмятанията. Също така се наблюдават случаи, в които ученикът използва правилото за намиране страна на геометрична фигура, но допуска изчислителна грешка или не използва правилото, допуска грешки или не работи по задачата.

Наред с усвояването на аритметични, алгебрични и геометрични знания и умения, заложен в учебните програми по математика, учениците трябва да притежават и умения за

творческо прилагане на знанията, които се измерват чрез решаването на текстови задачи (Диаграма № 8).



Диаграма № 8

Сравнителният анализ на двата показателя очертават трудностите, с които учениците се срещат при решаването и съставянето на текстови задачи. При решаването на текстовите задачи учениците се справят сравнително по-добре. Наблюдаваните пропуски са свързани с: непълно е решена задачата, допусната грешка в мисленето, неправилно решена текстовата задача или ученикът се е отказал да реши задачата. Получените стойности са следните: ЕК1 (4,52), ЕК2 (4,72), КК1 (4,44), КК2 (4,32).

При втория показател – съставяне на текстова задача, се наблюдават сериозни пропуски в знанията на учениците от четирите класа: ученикът правилно съставя текстовата задача, но допуска изчислителни грешки при решаването ѝ, неправилно съставя текстова задача; неправилно решава или се отказва да реши. Резултатите, които са постигнати от четирите класа са: ЕК1 (4,52), ЕК2 (4,52), КК1 (4,44), КК2 (4,32).

Към творческото прилагане на математическите знания се отнася и показателя за съставяне на числови изрази по дадени данни (Диаграма № 9).



Диаграма № 9

Учениците се справят добре с тази дейност, но също така се наблюдават и пропуски: правилно съставя числов израз, но допуска изчислителна грешка при самото решаване; неправилно съставя числов израз или не работи по задачата. Регистрирани са следните стойности и в четирите класа: ЕК1 (4,88), ЕК2 (4,52), КК1 (4,44), КК2 (4,54).

След получените резултати се установи, че равнището на математическите компетентности на учениците от експерименталните и контролните класове са близки по стойности.

От проведеното изследване могат да се направят няколко **извода**:

- Учениците разполагат с необходимите математически компетентности, с които могат да извършват аритметичните действия (събиране, изваждане, умножение и деление);

- На недостатъчно високо ниво са математическите компетентности, необходими за решаване на алгебрични задачи;

- Недостатъчно е равнището на развитие на математическите компетентности, свързани с решаването на геометрични задачи;

- На недостатъчно високо ниво са математическите компетентности, необходими за съставяне и решаване текстови задачи.

Формирацията етап на дидактическият експеримент бе проведен през месеците: ноември, декември на 2021 година и януари, февруари, март и април на 2022 година. Периодът бе озаглавен „Период на проектите“.

Формирацията етап на дидактическият експеримент включва изпълнението на пет учебни проекта по математика с учениците от експерименталните класове, като за целта предварително бе направен авторски дидактически модел, структуриран от етапи и подетапи, въз основа на които се реализираха заложените проектни задачи. Моделът, приложен към дидактическият експеримент, съобразно разгледаната проблематика в дисертационния труд, е основан върху проектнобазираното обучение по математика в трети клас (Фиг. № 1).

Дидактически модел на проектна учебна дейност по математика за 3. клас



Фигура № 1. Етапи на протичане на проектната учебна дейност по математика

Структурата на създадения дидактически модел на проектнобазиранията учебна дейност по математика в трети клас се състои от следните етапи:

Първи етап: Въвеждащ етап

I подетап: Определяне на темата на проекта

Преди да се пристъпи към планирането и организирането на проектната учебна дейност, е необходимо да се помисли върху темата, с която учениците ще работят. Изборът на темата трябва да е съобразен с интересите и възможностите на учениците, както и да е актуална и значима от практическа гледна точка. Добрият избор на темата е най-важната задача, от която зависи нейното успешно финализиране. Допитвайки се до членовете на екипите става ясно, че на учениците са интересни теми от заобикалящата ги действителност.

II подетап: Определяне на екипите

Освен учениците да са по равен брой, учителят трябва да се стреми да направи разпределението така, че екипите да са равностойни и по възможностите на учениците. Общият брой на учениците от двата експериментални класа е 38 ученици. ЕК1 – 19 ученици разпределени в следните екипи: два екипа са с по 4 ученици и два екипа с по 5 ученици. Същото разпределение на екипите е и в ЕК2, защото и двата експериментални класа разполагат с еднакъв брой ученици.

III подетап: Разпределяне на проектната задача

С разпределянето на проектната задача между участниците в групата се постига добра организация и стремеж към успешно приключване на проектната дейност.

IV подетап: Възлагане на проектните задачи

Екипната работа подпомага разпределяне на подзадачите между членовете на екипа. Гаранция за успеха на тази дейност е наличието на добра организация и стремеж към успешното приключване на проектната дейност. Самите ученици трудно се справят с тази задача, затова ролята на учителя е подпомагаща и насочваща.

Втори етап: Практико-приложен етап

I подетап: Изпълнение на проектните задачи

Дейностите в проектната карта са 6 и всяка дейност се изпълнява от ученика, като при последната дейност от проектната карта учениците трябва да проявят творчество и въображение.

II подетап: Достигане до целта на проекта

Всяка проектна дейност има определена цел. Тя е постигната, когато са реализирани всички възложени дейности в проектната карта.

Трети етап: Представяне на финалния резултат пред аудитория

След като се реализират всички проектни задачи, следва представянето на финалния продукт. Всеки екип избира кой да бъде в ролята на говорител на екипа – той представя финалната част на проекта пред всички участници в проектното обучение и пред учителя. За целта целият екип е пред дъската, но говорителят представя работата. Ролите в екипа се сменят при всеки проект, за да може всички ученици да участват в различните дейности.

Четвърти етап: Оценъчен етап

I подетап: Самооценка от страна на учениците

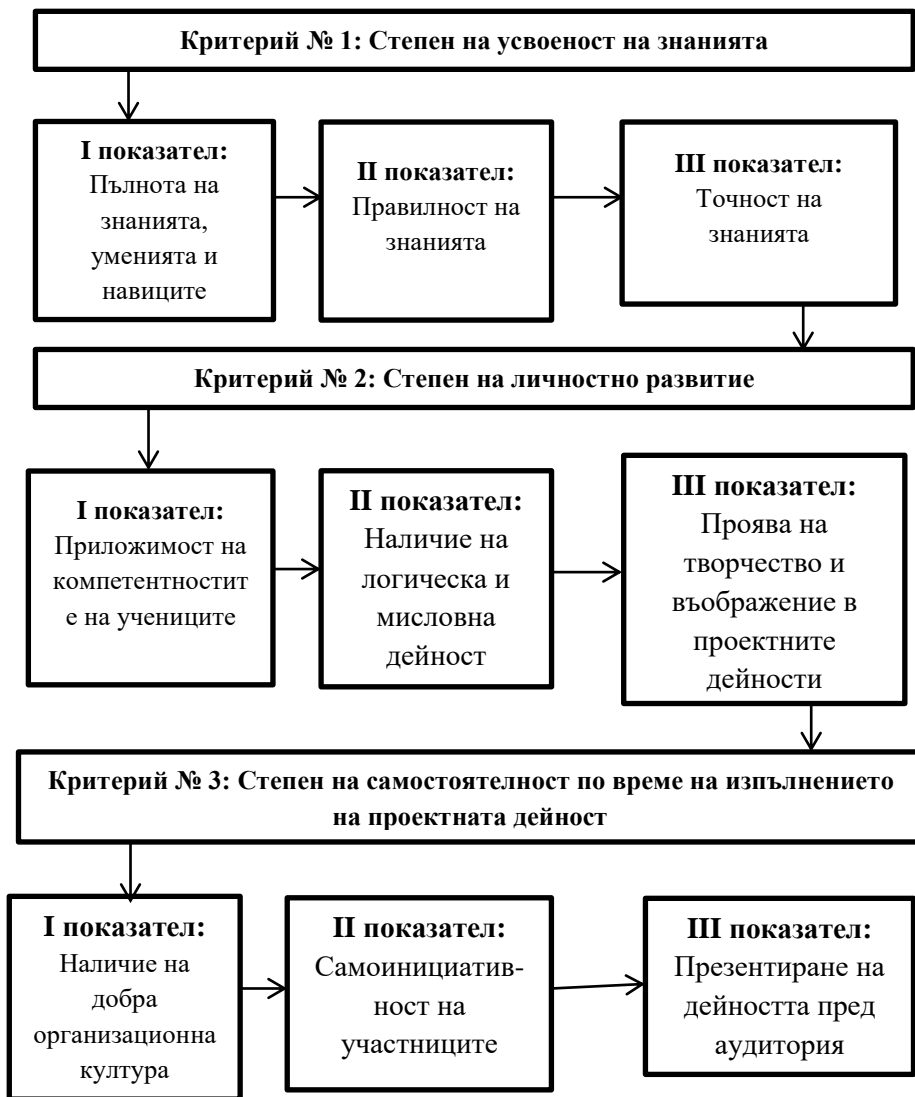
На учениците е представена възможност да направят оценка на екипи, като говорителят на всеки екип съобщава каква оценка неговият екип дава на работата на екипа, чиято дейност се обсъжда. Такава възможност се дава на всички 8 екипа.

От съществено значение за успеха на проектното обучение е участниците в него да проявяват любознателност, творчество, креативност, логичност по отношение на изпълняването на конкретни дейности, заложените в проектната карта. В тази връзка подзадачите в проектните карти са подбрани така, че да измерват не само стандартните математически показатели, но и да се проследи проявата на творчество и креативност. Тази цел се реализира чрез последната дейност във всяка една проектна карта. За първия проект тази задача с изработването на постер на сладкарницата. За финала на следващия проект, трябва да изработят реклама на „Зеленчукова градина“. Проектните дейности постепенно биват усложнявани и надграждани, и така в участниците трябва да

предоставят за финала реклама на „Увеселителен парк“. Четвъртият проект е свързан с изработването на рекламен постер на „Туристическа агенция“. Последният учебен проект е свързан с представянето на рекламен плакат за театрално представление.

II подетап: Проверка и оценка от страна на учителя

На финала на проектните дейности, учителят оценява проектните задачи, като се обръща особено внимание дали участниците са изпълнили всички условия и подусловия, които изисква протичането на проектното обучение, а също така дали изпълнените дейности са извършени правилно. Оценката на учителя може да бъде коригираща, ако се налага спрямо самооценката и оценката от другите ученици и да обобщава изпълнението на задачата, като учителят прави дискретни забележки при необходимост, за да не убие желанието на учениците за подобен вид дейност. Оценката на учителя е по-скоро насърчаваща, посочвайки как да се преодолеят пропуските, ако има такива, но в същото време да вдъхва увереност в собствените сили и възможности на учениците. От по-горе посочения модел е необходимо да се състави модел от критерии и показатели, с помощта на който ще бъдат оценени реализираните проектни карти (Фиг. № 2).



Фигура № 2. Система от критерии и показатели за оценяване на резултатите от проектната учебна дейност по математика

Отделните критерии се оценяват с помощта на точкова система, обвързана с три равнища на успеваемост. Равнищата за отделните критерии притежават определена характеристика.

1. Критерий: Степен на усвоеност на знанията

Този критерий се отнася до това, в каква степен екипите са усвоили знанията. Също така в този критерий се наблюдава къде най-често са допуснати грешки и дали участниците са се справили при попълването на проектната карта.

Първи показател: Пълнота на знанията, уменията и навиците

Тук акцентът е върху това как и по какъв начин е попълнена самата проектна карта, като се наблюдават следните признаци: дали информацията е написана подробно както е по предварително заложените данни; как и по какъв начин са използвани алгоритмите за решаване на определен тип задачи, заложиени в проектните карти.

Скалата за оценяване на постиженията на всички участници е тристепенна, като следва:

а) **Високо равнище** – максимално е използван запаса от компетентности т.е, знания, умения; всички участници могат да използват съответните алгоритми и правила за намиране на ключовото решение;

б) **Средно равнище** – частично е използван запаса от знания и умения; участниците частично използват алгоритъма за решение;

в) **Ниско равнище** – недостатъчна информация при решаване на задачите в проектната карта.

Втори показател: Правилност на знанията.

Този показател е насочен към правилното попълване на самата карта, както и правилното използване на алгоритмите за решаване на алгебрични, геометрични и текстови задачи. Специално внимание се обръща на това как е попълнена самата информация и дали съдържа необходимите данни, които са заложиени от самото начало.

Скалата, за измерване на постиженията на участниците в проектното обучение е тристепенна:

а) **Високо равнище** – всички членове на екипа изпълняват правилно дейностите, заложи в проектната карта;

б) **Средно равнище** – правилно са използвани алгоритмите за решаване, но са допуснати изчислителни грешки;

в) **Ниско равнище** – неправилно са използвани алгоритмите и неправилно е решена самата задача (дейност).

Трети показател: Точност на знанията.

Този показател е насочен към точността на подадената информация от страна на участниците. Най-вече се обръща внимание на алгоритмите за решаване на задачи, както и дали има допуснати грешки.

Точността на знанията се оценява с помощта на тристепенната скала:

а) **Високо равнище** – точно изпълняване на възложените дейности в проектната карта;

б) **Средно равнище** – проектните дейности в проектната карта са изпълнени частично;

в) **Ниско равнище** – проектните дейности са изпълнени неточно.

2. Критерий: Степен на личностно развитие

Първи показател: Приложимост на компетентностите на учениците

Този показател красноречиво говори за самите участници, как и по какъв начин прилагат знанията си по отношение на отделните дейности, заложи в проектната карта.

а) **Високо равнище** – всички участници в проектните дейности бързо се ориентират и умело прилагат знанията си в дадена ситуация;

б) **Средно равнище** – част от участниците в проектните дейности недостатъчно бързо прилагат знанията си в конкретни ситуации;

в) **Ниско равнище** – участниците трудно се ориентират в новосъздадената ситуация.

Втори показател: Наличие на логическа и задълбочена мисловна дейност

Вниманието е фокусирано върху това дали и до каква степен участниците проявяват творчество, креативност и въображение по време на изпълнението на дейностите, заложен на преден план.

а) **Високо равнище** – всички участници умело използват логическата и мисловна дейност;

б) **Средно равнище** – не всички членове на екипа проявяват логическа и задълбочена мисловна дейност;

в) **Ниско равнище** – членовете на екипа не проявяват логическа или задълбочена мисловна дейност.

3. Показател: Проява на творчество и въображение в проектните дейности

Отново е фокусът върху това, до каква степен участниците в проектната учебна дейност проявяват творчество и въображение.

а) **Високо равнище** – участниците се справят отлично с възложените дейности;

б) **Средно равнище** – участниците проявяват творчество, но то е недостатъчно за да се изпълнят ефективно заложените дейности;

в) **Ниско равнище** – участниците не проявяват творчество и въображение, т.е. разполагат с ограничени възможности.

3. Критерий: Степен на самостоятелност по време на изпълнението на проектната дейност

Първи показател: Наличие на добра организационна култура

Този показател е насочен към организаторските умения на участниците. Наличието на добра организация води до успешен резултат, който се дължи на добра организация и добри взаимоотношения между самите участници.

а) **Високо равнище** – самостоятелна организация и разпределяне на задълженията между членовете на екипа, както и наличието на добра комуникация;

б) **Средно равнище** – участниците срещат трудности при разпределянето на ролите, което води до намеса на учителя;

в) **Ниско равнище** – при участниците се наблюдават ограничени възможности по отношение на разпределянето на задачите.

Втори показател: Самоинициативност на участниците

Показателят е насочен към това дали самите участници проявяват необходимата самоинициативност, която довежда до финалния завършек на поставената цел. Недостатъчната доза самоинициативност би повлияла на успеваемостта и участниците не биха били удовлетворени от работата си.

а) **Високо равнище** – участниците самостоятелно извършват възложените дейности;

б) **Средно равнище** – участниците срещат трудности, и е необходима намеса от страна на учителя;

в) **Ниско равнище** – участниците имат ограничени възможности за изпълнение на възложените дейности.

Трети показател: Презентиране на дейността пред аудитория

а) **Високо равнище** – участниците в проектното обучение могат самостоятелно да представят финалния продукт, без намеса на учителя;

б) **Средно равнище** – участниците представят финалния резултат пред аудитория, подпомогнати в някои моменти от учителя;

в) **Ниско равнище** – участниците разполагат с ограничени възможности по отношение представянето пред аудитория и реализират тази дейност изцяло под ръководство на учителя.

Периодът озаглавен „Период на проектите“, който се реализира в рамките на няколко месеца, наистина бе полезен и удовлетворяващ за всички участници. Проектните дейности се реализираха както в часовете по математика, така и в часовете за целодневна организация на учебния ден. Прилагайки знанията си на практика, учениците разбраха смисъла на това да се изучава определено учебно съдържание. Работата по учебни проекти ги мотивира да работят по-усилено, като влагат повече старание и креативност. Наличието на добра организация и сплотеност сред

участниците, води до отлични резултати след младите изследователи. Отличните взаимодействия между учител-ученик надхвърля границите на традиционния учебен процес и превръщат учебната среда в желано място за посещение.

Основна цел на контролния експеримент е да се установи в каква степен са усвоени математическите (компетентности) знания от учебното съдържание за трети клас, в условията на проектна учебна дейност. За измерване на математическите (компетентности) знания се използва диагностичен инструментариум с контролно-оценъчен характер.

Получените резултати от диагностичния инструментариум се определят с помощта на модифицираната скала на Г. Бижков. Всеки тест се проверява и оценява чрез критерии за оценяване на математическите компетентности (Фиг. № 3).



Фигура № 3. Критерии за оценяване на математическите компетентности на учениците

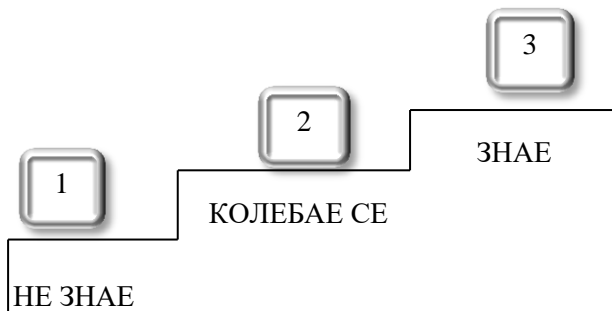
Равнищата, с чиято помощ се оценяват получените резултати по отделните критерии са три.

Първо равнище включва показатели за установяване на компетентности, които са насочени към конкретно математическо съдържание, при което са допуснати изчислителни грешки, ученикът се е отказал да реши задачата или решението е изцяло грешно. Това равнище се характеризира с ниска степен на развитие на математическите компетентности.

Второ равнище включва показатели за установяване на компетентности, които са насочени към конкретно математическо съдържание, като ученикът правилно прилага алгоритъма за решение, но допуска изчислителна грешка, в реда на единици, десетици или стотици. Това равнище се характеризира със средна степен на развитие на усвоените компетентности.

Трето равнище включва показатели за установяване на компетентности към конкретно математическо съдържание, заложено в задачи, които ученикът е решил абсолютно вярно и точно, без допускане на изчислителни грешки. Това равнище се характеризира с висока степен на ефективност на усвоените компетентности.

Оценяването се осъществява по отделните показатели и се реализира с помощта на тристепенната скала (Фиг. № 4)



Фигура № 4. Тристепенна скала за оценяване равнището на усвоени знания и умения от учениците

След установяване на системата от критерии и показатели, по които ще се оценят получените резултати в края на дидактическия експеримент, се преминава към анализиране на тези резултати по показатели.

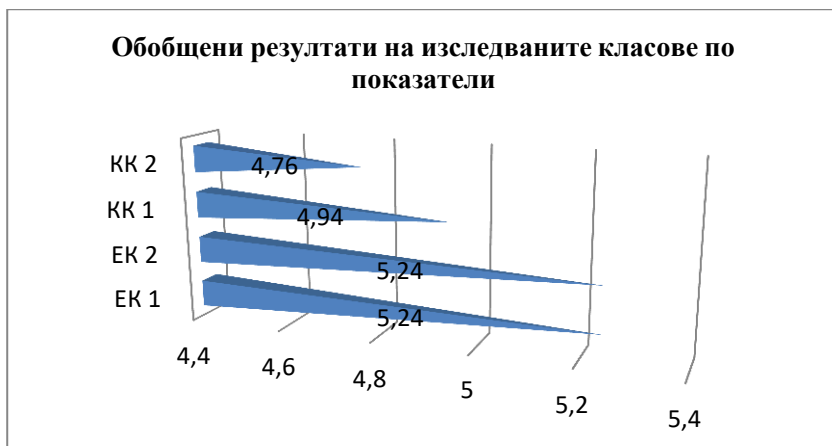
Съпоставителният анализ между четирите класа, вземащи участие в дидактическия експеримент, води до извода, че проектните учебни дейности са оказали влияние върху усвояването на математическите компетентности (знания).

Финалните резултати показват, че проектните учебни дейности оказват положително въздействие върху качествено и количествено усвояване на математическото учебно съдържание. Крайните резултати от четирите класа, отнасящи се до всички показатели, са поместени в синтезирана таблица (Таблица № 1).

Таблица № 1. Резултати на изследваните класове по показатели

Показатели	Правилност	Съзнателност	Гъвкавост	Трайност	\bar{X}	Оценка по шестобалната
Клас						
ЕК 1 П А СУ Симитли (19 ученика)	2,74	2,58	2,47	2,68	2,62	5,24
ЕК 1 П Б СУ Симитли (19 ученика)	2,74	2,53	2,53	2,68	2,62	5,24
КК 1 П В СУ Симитли (18 ученика)	2,61	2,33	2,33	2,61	2,47	4,94
КК 2 П А ОбУ Д. Осеново (18 ученика)	2,56	2,17	2,22	2,55	2,38	4,76

В таблицата по-горе са поместени средните равнища на получените стойности за двата експериментални и двата контролни класа, постигнати в края на дидактическия експеримент. Получените средни стойности се превръщат в оценки по шестобалната скала. Получените оценки са представени с помощта на диаграма (Диаграма № 10).



Диаграма № 10

Знанията, които учениците получават с помощта на проектните дейности са от голямо значение в практиката. Проектните дейности в учебно-възпитателния процес по математика осигуряват на учениците информираност, която да им помага при решаването на различни по сложност задачи.

Математическите компетентности, които са придобити с помощта на проектните учебни дейности, съдържат висока степен на резултатност. Това са онези компетентности, които спомагат на учениците за трайно усвояване на учебния материал.

Върху основата на събрания емпиричен материал предложената хипотеза подлежи на статистическа обработка на резултатите, с помощта на програмата SPSS.

Таблица № 2. Разлики по показател „събиране на числата без преминаване“ при ЕК1 и ЕК2 в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „трайност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Събиране на числата без преминаване	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	5	3,00	10,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	14				

Отчетеното ниво на значимост и при двете експериментални паралелки ($p_{ЕК1} = 0,046$; $p_{ЕК2} = 0,046$) показва, че съществуват статистически значими различия при „събиране на числа без преминаване“ при показател „Трайност“ преди и след участието в проектни учебни дейности. Демонстрира се, че при 5 от изследваните ученици са се подобрили знанията, а при 14 са се запазили същите резултати. При двата контролни класа не се наблюдават статистически значими различия, тъй като нивото на значимост е по-голямо от 0,005. КК1 ($p_{КК1} = 0,083$) и ($p_{КК2} = 0,317$)

Следващата таблица се отнася за „събиране на числата с преминаване“.

Таблица №. 3. Разлики по показател „събиране на числата с преминаване“ при ЕК1, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „трайност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Събиране на числата с преминаване	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,070	0,038
	По-високи резултатите в края на дидактическия експеримент	5	3,00	15,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	14				

При „събиране на числата с преминаване“ при ЕК1, по показател „Трайност“ се отчитат статистически значими различия в двата експериментални класа. Наблюдава се, че 5 от изследваните ученици подобряват знанията си, свързани със „събиране на числата с преминаване“, а за 14 изследвани ученици се запазват същите резултати ($R_{\text{ties}}=15$). При нито един ученик компетентностите, свързани със „събиране на числа с преминаване“ не са се влошили ($R_{\text{negative}} = 0$).

Таблица № 4. Разлики по показател „събиране на числата с преминаване“ при ЕК2, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „трайност“.

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Събиране на числата с преминаване	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,428	0,015
	По-високи резултатите в края на дидактическия експеримент	7	4,00	28,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	12				

При „събиране на числата с преминаване“ при ЕК2, по показател „Трайност“ се отчитат статистически значими различия в двата експериментални класа. Наблюдава се, че 7 от изследваните ученици подобряват знанията си, свързани със „събиране на числата с преминаване“, а за 12 изследвани ученици се запазват същите резултати ($R_{\text{ties}}=12$). При нито един ученик компетентностите свързани, със „събиране на числа с преминаване“ не са се влошили ($R_{\text{negative}} = 0$).

От получените резултати става ясно, че има статистически значими различия и при „таблично умножение“ (Таблица № 5).

Таблица № 5. Разлики по показател „таблично умножение“ при ЕК1 и ЕК2 в началото и края на дидактическия експеримент

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Таблично умножение	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	4	2,50	10,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	15				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура на Уилкоксън показват, че съществуват статистически значими различия при „таблично умножение“ при учениците и от двата експериментални класа по показател „Трайност“ ($p_{ЕК1} = 0,046$; $p_{ЕК2} = 0,046$). Наблюдава се, че при 4 от изследваните ученици се отчита подобряване в умението им при „таблично умножение“, при 15 от изследваните се запазват същите стойности ($R_{ties}=15$).

В следващата таблица са представени резултати свързани с „таблично деление“.

Таблица № 6. Разлики по показател „таблично деление“ при ЕК1 и ЕК2 в началото и края на дидактическия експеримент

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Таблично деление	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	4	2,50	10,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	15				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват статистически значими различия при „таблично деление“ при учениците от двата експериментални класа по показател „Трайност“ ($p_{ЕК2} = 0,046$). 4 от изследваните ученици подобряват знанията си свързани с „таблично деление“, а за 15 изследвани ученици се запазват същите резултати ($R_{ties}=15$). При нито един ученик компетентностите свързани, с „таблично деление“ не са се влошили ($R_{negative} = 0$). При двата контролни класа не се отчитат значими статистически различия ($p_{КК1} = 0,564$; $p_{КК2} = 0,655$), тъй като нивото на значимост е по-голямо от 0,05.

По показател „Правилност“ се наблюдават следните статистически различия:

Таблица № 7. Разлики по показател „събиране на числата с преминаване“ при ЕК1 и ЕК2, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „правилност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Събиране на числата с преминаване	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,714	0,007
	По-високи резултатите в края на дидактическия експеримент	8	4,50	36,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	11				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват статистически значими различия при „таблично деление“ при учениците от двата експериментални класа по показател „Правилност“ (p_{EK1} и $p_{EK2} = 0,007$). Демонстрира се, че 7 от изследваните ученици подобряват знанията си свързани с „таблично деление“, а за 11 изследвани ученици се запазват същите резултати ($R_{ties}=15$). При нито един ученик компетентностите свързани, с „таблично деление“ не са се влошили ($R_{negative} = 0$). При двата контролни класа не се отчитат значими статистически различия ($p_{KK1} = 0,111$; $p_{KK2} = 0,063$), тъй като нивото на значимост е по-голямо от 0,05.

В следващата таблица са поместени резултати при изваждане на числата със заемане, по показател „Правилност“ (Таблица № 8).

Таблица № 8. Разлики по показател „изваждане на числата със заемане“ при ЕК1, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „правилност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Изваждане на числата със заемане	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,070	0,038
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	5	3,00	15,00		
	Равенство в началото и края на дидактическия експеримент	14				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват значими статистически различия при „изваждане на числа със заемане“ при участниците от ЕК1 по показател „Правилност“ ($p_{E1} = 0,038$). Наблюдава се, че при 5 от изследваните лица се отчита подобряване в умението при „изваждане на числа със заемане“, при 14 от изследваните лица се запазват същите стойности ($R_{ties}=14$).

Получените данни в таблицата показват резултатите при „таблично умножение“ на двата експериментални класа (Таблица № 9):

Таблица № 9. Разлики по показател „таблично умножение“ при ЕК1 и ЕК2, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „правилност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Таблично умножение	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	4	2,50	10,00		
	Равенство в началото и края на дидактическия експеримент	15				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват значими статистически различия при „таблично умножение“ при учениците от двата експериментални класа по показател „Правилност“ ($p_{ЕК1} = 0,046$; $p_{ЕК2} = 0,046$). Наблюдава се, че при 4 от изследваните ученици се отчита подобряване в знанията и уменията при „таблично умножение“, а при 15 от изследваните лица се запазват същите стойности ($R_{ties}=15$). При нито един участник от двата експериментални класа не са се влошили тези знания при показател „Правилност“. При двата контролни класа не се наблюдават статистически значими стойности ($p_{КК1} = 0,655$; $p_{КК2} = 0,655$), тъй като нивото на значим е по-голямо от 0,05.

В таблицата са посочени статистическите резултати отчетени при „таблично деление“ (Таблица № 10).

Таблица № 10. Разлики по показател „таблично деление“ при ЕК1 и ЕК2, в началото и в края дидактическия експеримент по показател „правилност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Таблично деление	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	1	0,00	0,00	2,000	0,046
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	4	2,50	10,00		
	Равенство в началото и края на дидактическия експеримент	14				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват значими статистически различия при „таблично деление“ при учениците двата експериментални класа показател „Правилност“ ($p_{ЕК2} = 0,046$). Наблюдава се, че при 4 изследвани ученици се подобряват знанията при „таблично деление“, за 14 изследвани ученици се запазват същите стойности ($R_{ties}=14$). При 1 ученик компетентностите свързани с „таблично деление“ се е влошило ($R_{negative} = 1$). При ЕК1 се регистрират същите стойности, ($p_{ЕК2} = 0,046$), но при двата контролни класа не се наблюдават значими статистически различия, тъй като нивото на значимост е по-голямо от 0,05.

В следващата таблица са представени статистически значими резултати при „намиране на неизвестен множител“ (Таблица № 11).

Таблица № 11. Разлики по показател „намиране на неизвестен множител“ при ЕК1 и ЕК2, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „правилност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Намиране на неизвестен множител	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,121	0,034
	По-високи резултатите в края на дидактическия експеримент	5	3,00	15,00		
	Равенство в началото и края на дидактическия експеримент	14				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че не съществуват значими статистически различия при „намиране на неизвестен множител“ при учениците от ЕК1 ($p_{ЕК1} = 0,034$ и $p_{ЕК2} = 0,034$). Наблюдава се, че при 5 от изследваните ученици се отчита повишено равнище на знанията при „намиране на неизвестен множител“, при 14 от изследваните ученици се запазват същите стойности. При нито един ученик не се е влошило това умение. При контролните класове само при КК2 ($p_{КК2} = 0,058$) се наблюдават значими статистически стойности, а при КК 1 ($p_{КК1} = 0,102$) няма значими статистически различия.

В таблицата са представени статистически значими различия при „намиране на обиколка на триъгълник“, по показател „Правилност“ (Таблица № 12).

Таблица № 12. Разлики по показател „намиране обиколка на триъгълник“ при ЕК1, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „правилност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Намиране на обиколка на триъгълник	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,236	0,025
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	3	2,00	15,00		
	Равенство в началото и края на дидактическия експеримент	16				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват значими статистически различия при **„намиране на обиколка на триъгълник“** при учениците от двата експериментални класа. При ЕК1 се констатира, че при 5 ученици са се подобрили знанията, свързани с „намиране на обиколка на триъгълник, а при 14 ученици са се запазили същите стойности, но при нито един ученик тези знания не са се влошили. При двата контролни класа не се наблюдават значими статистически резултати ($p_{KK1} = 0,083$; $p_{KK2} = 0,157$), защото нивото на значимост е по-голямо от 0,05.

В таблица № 13 са представени статистически значими различия, свързани с компетентностите **„решаване на текстова задача по два начина“**:

Таблица № 13. Разлики по показател „решава текстова задача по два начина“ при ЕК2, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „правилност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Решава текстова задача по два начина	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,449	0,014
	По-високи резултатите в края на дидактическия експеримент	6	3,50	21,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	13				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват значими статистически различия при „**решаване на текстова задача по два начина**“ при учениците от ЕК2 ($p_{ЕК2} = 0,014$). Наблюдава се, че шестима от изследваните ученици подобряват умениято си по дадения показател, за 13 изследвани лица се запазват същите стойности ($R_{ties}=13$). При нито един ученик, знанията „за решаване на текстова задача по два начина“ не са се влошили ($R_{negative} = 0$). В таблица № 14 са поместени статистическите значими различия при „**съставяне на числов израз по два начина**“.

Таблица № 14. Разлики по показател „съставяне на числов израз по два начина “ при ЕК1, в началото и в края на дидактическия експеримент по показател „правилност“

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Съставяне на числов израз по дадени данни	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	4	2,50	10,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	15				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват значими статистически различия при „съставяне на числов израз по дадени данни“, при учениците от ЕК1 ($p_{ЕК1} = 0,046$). Наблюдава се, че при 4 от изследваните ученици се отчита усъвършенстване на компетентностите при „съставяне на числов израз по дадени данни“, при 15 от изследваните ученици се запазват същите стойности ($R_{ties}=15$). При нито един ученик не са се влошили знанията им ($R_{negative} = 0$).

В таблица № 15 са поместени резултати, свързани с „намиране на неизвестен множител“ при показател „Съзнателност“.

Таблица № 15. Разлики по показател „намиране на неизвестен множител“ в ЕК1, в началото и края на дидактическия експеримент

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Намиране на неизвестен множител	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,646	0,008
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	7	4,00	28,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	12				

Резултатите от непараметричната статистическа процедура Уилкоксън показват, че съществуват статистически значими различия в показател „намиране на неизвестен множител“ при учениците от първата експериментална група по признак „Съзнателност“ ($p_{EK1} = 0,008$). Наблюдава се, че при 7 от изследваните лица се отчита подобряване в уменията в показател „намиране на неизвестен множител“, след участие в проектна дейност, нито един ученик не е с по-ниски резултати ($R_{\text{positive}} = 7$; $R_{\text{negative}} = 0$), а при 12 от изследваните ученици се запазват същите стойности ($R_{\text{ties}} = 12$).

В таблица № 16 са поместени резултати по показател „Съзнателност“:

Таблица № 16. Разлики по показател „намиране на неизвестен множител“ в ЕК2, в началото и в края на дидактическия експеримент

Показател		Брой	Среден ранг	Сума от ранговете	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Намиране на неизвестен множител	По-ниски резултати в началото на дидактическия експеримент	0	0,00	0,00	2,236	0,025
	По-високи резултати в края на дидактическия експеримент	5	3,00	15,00		
	Равенство в началото и в края на дидактическия експеримент	14				

Статистически значими различия при същия показател са установени и при ЕК2, тъй като нивото на статистическата значимост е по-малко от 0,05 ($p_{ЕК2} = 0,025$), т.е. при 5 от изследваните ученици се отчита подобряване в знанията и уменията при „намиране на неизвестен множител“, а при 14 от изследваните лица се запазват същите стойности ($R_{ties}=14$). При двата контролни класа не се установяват статистически значими различия по показател „намиране на неизвестен множител“ ($p_{КК1} = 0,157$; $p_{КК2} = 1,000$), тъй като нивото на значимост е по-голямо от 0,05.

Изводи:

Резултатите от проведения непараметричен статистически анализ Уилкоксън дават пълното основание, да се потвърди допускането, че е възможно да се постигне усъвършенстване на математическите компетентности, когато учениците взимат активно участие в проектни учебни дейности по математика. Приложеният статистически анализ показва, че при част от изследваните ученици и в двата експериментални класа, след като са участвали в проекта учебна дейност по

математика са усъвършенствани математическите компетентности и по-конкретно в следните показатели „Гъвкавост“; „Правилност“; „Трайност“ и „Съзнателност“.

За проверка и доказване на устойчивостта на математическите компетентности по показател „**Правилност**“ е приложен непараметричният показател за корелация – Коефициент на рангова корелация на Спирмън.

Прилагането на непараметричния корелационен анализ на Спирмън, установи, че съществува умерена, правопрпорционална статистически значима взаимовръзка при „**Ред на действията в числов израз без скоби**“ в началото и края на дидактическия експеримент при ЕК2, което е пряко доказателство, че проектната учебна дейност е подпомогнала за усъвършенстването на тази компетентност.

*Таблица № 17. Резултати, отчетени при непараметричния корелационен анализ на Спирмън по показател **Правилност** (Ред на действията в числов израз без скоби)*

		Ред на действията в числов израз без скоби начало ЕК2	Ред на действията в числов израз без скоби край ЕК2
Ред на действията в числов израз без скоби начало ЕК2	r	1	0.553
	P		0.014

При ЕК1 не се наблюдава статистически значима взаимовръзка в началото и края на дидактическия експеримент, което показват и самите стойности: $p = 0.387$; $r = 0.101$.

След успешното прилагане на непараметричния анализ – коефициент на корелация на Спирмън, се констатира, че съществува статистическа взаимовръзка при „намиране на неизвестен множител“ преди и след работата над учебни проекти при ЕК2, което ни дава пълното основание да твърдим, че системното прилагане на проектните учебни дейности в часовете по математика води до усъвършенстването на

математическите компетентности на учениците. Получените резултати са представени в табличен вид (Таблица № 18):

*Таблица № 18. Резултати, отчетени при непараметричния корелационен анализ на Спирмън по показател **Правилност** (Намиране на неизвестен множител)*

		Намиране на неизвестен множител начало_EK2	Намиране на неизвестен множител край_EK2
Намиране на неизвестен множител _начало_EK2	r	1	0.722
	p		0.000

Статистически значима взаимовръзка е установена и при геометричните знания по показател „Правилност“. Резултатите са представени с помощта на следната таблица (Таблица № 19).

*Таблица № 19. Резултати, отчетени при непараметричния корелационен анализ на Спирмън по показател **Правилност** (Намиране на обиколка на триъгълник)*

		EK1 (начало)	EK1 (край)	EK2 (начало)	EK2 (край)
Намиране на обиколка на триъгълник	r		1 0.810	1	0.792
	p		0.000		0.000

От така представените резултати можем да направим следния извод, че проектните дейности до голяма степен са повлияли за усъвършенстването на тази математическа компетентност.

След прилагането на непараметричния анализ на Спирмън, се стига до извода, че и при текстовите задачи се наблюдава значима статистическа взаимовръзка в началото и края на дидактическия експеримент (Таблица № 20).

Таблица № 20. Резултати, отчетени при непараметричния корелационен анализ на Спирмън по показател **Правилност** (Решаване на текстова задача и Решаване на текстова задача по два начина).

		ЕК1 (начало)	ЕК1 (край)	ЕК2 (начало)	ЕК2 (край)
Решаване на текстова задача	r	1	0.926	1	0.817
	p		0.000		0.000
Решаване на текстова задача по два начина	r	1	0.907	1	0.818
	p		0.000		0.000

Текстовите задачи съдържат доза на творчество, което красноречиво говори и по получените статистически резултати. Усъвършенстването на тези математически компетентности до голяма степен са подпомогнали и проектните дейности, при които също е заложено творчество, въображение и други качества.

Значима статистическа взаимовръзка е регистрирана и при „съставянето на числов израз по дадени данни“ при двата експериментални класа, което е пряко доказателство, че знанията са усвоени устойчиво и правилно (Таблица № 21).

Таблица № 21. Резултати, отчетени при непараметричния корелационен анализ на Спирмън по показател **Правилност** (Съставяне на числов израз по дадени данни)

		ЕК1 (начало)	ЕК1 (край)	ЕК2 (начало)	ЕК2 (край)
Съставяне на числов израз по дадени данни	r	1	0.920	1	0.763
	P		0.000		0.000

Прилаганият непараметричен анализ на Спирмън по показател „**Съзнателност**“, при „намиране на неизвестен множител“; „решаване на текстова задача“ и „съставяне на числови изрази по дадени данни“ е установена устойчива връзка между началото и края на дидактическия експеримент, което и показват финалните статистически стойности. Наистина, съзнателното усвояване на споменатите математически компетентности до значителна степен са допринесли на учениците и проектните дейности. Получените стойности са отразени в табличен вид (Таблица № 22).

Таблица № 22. Резултати, отчетени при непараметричния корелационен анализ на Спирмън по показател **Съзнателност**

		ЕК1 (начало)	ЕК1 (край)	ЕК2 (начало)	ЕК2 (край)
Намиране на неизвестен множител	r	1	0.765	1	0.843
	P		0.000		0.000
Решаване на текстова задача	r	1	0.881	1	0.900
	p		0.000		0.000
Съставяне на числов израз по дадени данни	r	1	0.888	1	0.839
	P		0.000		0.000

За проверка на **трайността** на математическите компетентности е приложен непараметричният корелационен анализ на Спирмън. Получените резултати са представени в следната таблица (Таблица № 23).

Таблица № 23. Резултати, отчетени при непараметричния корелационен анализ на Спирмън по показател **Трайност**

		ЕК1 (начало)	ЕК1 (край)	ЕК2 (начало)	ЕК2 (край)
Изваждане на числата без заемане	r	1	0.687	1	0.705
	p		0.001		0.001
Ред на действията в числов израз със скоби	r	1	0.463	1	0.877
	p		0.046		0.000
Ред на действията в числов израз без скоби	r	1	0.806		
	p		0.000		

Получените стойности ни дават основание да твърдим, че съществува устойчива взаимовръзка преди и след работата над учебни проекти и то при „изваждане на числата без заемане“ – за двата експериментални класа, което означава, че проектните дейности до голяма степен са повлияли за пълноценното усъвършенстване на тази компетентност.

На следващо място се нарежда компетентността свързана с „ред на действията в числов израз без скоби“, и то: при ЕК1 е установена умерена статистическа взаимовръзка, докато при ЕК2 се наблюдава устойчива взаимовръзка между началото и края на дидактическия експеримент.

За проверка и доказване на устойчивостта на математическите компетентности по показател „Гъвкавост“ е

приложен непараметричният показател за корелация – Коефициент на рангова корелация на Спирмън (Таблица № 24).

*Таблица № 24. Резултати, отчетени при непараметричния корелационен анализ на Спирмън по показател **Гъвкавост***

		ЕК1 (начало)	ЕК1 (край)	ЕК2 (начало)	ЕК2 (край)
Намиране на обиколка на триъгълник	r	1	0.951	1	0.730
	P		0.000		0.000

В контролните класове не се установяват значими промени по отношение на усъвършенстването на математическите компетентности в началото и в края на експерименталното обучение.

За проверка и доказване на устойчивостта на математическите компетентности по показател **„Правилност“** е приложен непараметричният показател за корелация – Коефициент на рангова корелация на Спирмън, където се доказват значими статистически различия, тъй като нивото на значимост е по-малко от $p < 0.001$. Отчетени са значими статистически различия и при останалите показатели: **„Трайност“**, **„Съзнателност“** и **„Гъвкавост“**.

От получените резултати можем да направим следния извод: Проектните дейности оказват положително въздействие за качествено усъвършенстване на математическите компетентности, като знанията се усвояват правилно, съзнателно и трайно.

ИЗВОДИ

1. Проучената и систематизирана литература по разработвания проблем за математическата компетентност, както и успешно проведеният дидактически експеримент, основан на метода на проектите, дават пълното основание да се каже, че проектнобазираното обучение допринася в значителна степен за усъвършенстване на математическата компетентност на учениците от трети клас.

2. С помощта на проектнобазираното обучение не само се усъвършенстват математическите компетентности, но у учениците се изграждат умения за работа в екип.

3. Проектните учебни дейности насочват вниманието на участниците към по-задълбочено и трайно усвояване на математическите компетентности.

4. Проектните учебни дейности допринасят и за преодоляване на трудностите, които учениците срещат по време на учебния процес, чрез екипната работа, която дава възможност за проява на взаимопомощ.

5. Проектнобазираното обучение създава условия за развитие на креативността и въображението на учениците.

6. Реализирането на проектните дейности повишава в значителна степен учебните постижения по математика в трети клас.

ПРЕПОРЪКИ

В резултат на направеното теоретико-емпирично изследване могат да се изведат следните препоръки:

1. В учебната програма по математика да се предвидят часове, в които учениците да имат възможността, да работят по учебни проекти, тъй като в началното училище все по-често се наблюдава, че в часовете по математика не се обръща специално внимание за работата в екип, а обучението е основано на традиционалната индивидуална форма.

2. Интересът към проектнобазираното обучение както от страна на учителите, така и от страна на учениците показва, че е желателно в учебниците и учебните помагала да бъдат включени повече задачи, чрез които освен на теоретично равнище, усвоените знания и умения да могат да се прилагат и на практическо равнище т.е. да могат малките изследователи да предлагат повече идеи, както и да обменят идеите си с връстниците си и да обогатяват интелектуалния си потенциал чрез реализирането на проекти, които са съобразени с учебните теми, включени в учебното съдържание по математика.

3. Би било добра практика, ако в книгите за учителя има указания за провеждане и реализиране на проектна учебна дейност в часовете по математика в начален етап. По този начин биха се усъвършенствали математическите компетентности на учениците от начална степен на основното образование.

НАУЧНИ ПРИНОСИ

Приносните моменти имат теоретико-приложна насоченост. Те се изразяват в следното:

1. Изграден е и експериментално проверен дидактически модел на проектната учебна дейност по математика.

2. Разработена е и е апробирана система от учебни проекти, свързани с учебното съдържание по математика за трети клас, при които се прилагат аритметични, геометрични, алгебрични знания, текстови задачи и именувани числа.

3. Предложена е система от упражнения за диагностициране на математическата компетентност на учениците от трети клас с конкретни критерии за оценяване.

4. Изградена е система от критерии и показатели за оценяване на продуктите от дейността на учениците (проектните карти).

5. Установява се влиянието на проектната учебна дейност върху математическата компетентност на учениците от трети клас и тяхната рефлексия. Доказана е ефективността на предложения дидактически авторски модел.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. **Арсов, В. (2021)** Обща характеристика на проектна учебна дейност в началните класове. СБ: Современные ориентиры и проблемы дошкольного и начального образования. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Барнаул – Липецк, 20 апреля, с 176-182, ISBN 978-5-88210-992-8.

2. **Арсов, В. (2021)** Проектната учебна дейност в урока по математика в началното училище. СБ: Международна научна конференция „Образование без граници – реалности и перспективи“ 26 и 27 ноември. Университетско издателство „Неофит Рилски“, Благоевград, с. ISBN 978-954-00-0306-1.

3. **Арсов, В. (2022)** Characteristic features of the project teaching activity in mathematics in third grade. СБ: Гносеологические основы образования. Материалы VI международной конференции, посвященной памяти профессора С. П. Боранова и 10 – летию кафедры дошкольного и начального образования ЛГПУ имени П. П. Семенова – Тян-Шанского, Липецк 2022, с. 167-173 ISBN 978-5-907461-65-9.

4. **Арсов, В. (2023)** Diagnosing the mathematical competencies of third grade students. СБ. Гносеологические основы образования. Материалы международного научного форума, посвященной памяти профессора С. П. Боранова, Липецк, с. 150-156, ISBN 978-5-907655-75-1.

5. **Арсов, В. (2023)** Рефлексивното отношение на учениците към проектната дейност по математика. Multidisciplinary Journal Of Science, Education And Art, ISSN 133-5236, p.150-154.

6. **Арсов, В. (2024)** Проектната учебна дейност в уроците по математика в трети клас. СБ: Гносеологические основы образования. Материалы II международного

научного форума, посвященной памяти профессора С. П.
Боранова, Липецк 2024 – ISBN 978-5-907792-24-1



SOUTHWEST UNIVERSITY "NEOPHITE RILSKY" -
BLAGOEVGRAD
FACULTY OF PEDAGOGY

“DEPARTMENT OF "PRESCHOOL AND PRIMARY SCHOOL
PEDAGOGY"”

Veritsa Arsov

**IMPROVING THE MATHEMATICAL COMPETENCE
OF THE THIRD GRADE STUDENTS THROUGH A
PROJECT LEARNING ACTIVITY**

ABSTRACT

for awarding the educational and scientific degree "Doctor"
Field of higher education 1. **Pedagogical sciences**
Professional direction **1.2. Pedagogy**
Doctoral program "**Teaching methods in elementary grades**"
(**Mathematics Teaching Methodology**)

SUPERVISOR:
Associate Professor Yanka Stoimenova, PhD

Blagoevgrad,
2024

The dissertation work was discussed and proposed for public defense at a meeting of the "Preschool and Primary School Pedagogy" Department at the Faculty of Pedagogy of the Neofit Rilski State University - Blagoevgrad on 16.01. 2024

The dissertation contains 190 pages of main text and 23 pages of appendices. It includes 41 tables, 72 diagrams, 10 figures, 2 quiz cards, 2 independent student works and 5 project cards. The bibliography covers 156 sources, of which 129 in Cyrillic, 25 in Latin and 2 online sources.

The public defense of the dissertation work will take place on 22.03. 2024 at 10:30 a.m. in room 412, 1st University College of Neofit Rilski University, 66 Ivan Mihailov Blvd., Blagoevgrad.

CONTENTS

Introduction/ 4

Relevance of the problem/ 4

Setting up the research/5

Essential characteristic of the competence in the context of the project learning activity /9

Didactic-methodical analysis of the state of the problem of the project learning activity in mathematics education/14

improvement methodology of mathematical competence to dents/15

Conclusions/60

Recommendations/61

Scientific contributions/62

Publications on the subject of the dissertation work/63

INTRODUCTION

The question of dynamism in education is not a new phenomenon. In the modern age, in which the student grows up, new educational technologies are imposed, which go beyond the traditional process. Technologies themselves expand the cognitive interest of students, which leads to the need to improve the learning process.

Modern and creative education aims to build a modern personality who has knowledge in various fields. It is no coincidence that the study programs include subjects of different nature. A significant place among them is occupied by mathematics, which in primary school is based on a building block that develops the mental capacity of the person. Mathematical knowledge that students are introduced to is specific in nature, to a certain extent abstract and difficult for students to learn, but the knowledge itself can be applied in very real life situations. Mathematical education is not only aimed at mastering specific mathematical content, but also at solving mathematical cases of varying difficulty. This type of activity is the basis of project activities.

RELEVANCE OF THE PROBLEM

In recent years, many new and effective educational practices have been imposed in the modern Bulgarian school. They diversify the learning process and stimulate student activity. The review of literary sources shows that modern students need active methods by which knowledge is acquired not only in theory, but also in practice. Many developments related to the problems of active learning are known from the scientific literature and they are used to improve educational practice, including mathematics in primary grades.

One of the ways to increase the effectiveness of the educational process in mathematics in primary grades is to involve students in project activities. Through this activity, they practically apply the acquired mathematical knowledge, as a result of which the knowledge becomes more permanent and deeper.

Observations in practice show that project activity in mathematics education in elementary grades is used very rarely. If a project-based mathematical activity is used in the education of students, they themselves will become more active, motivated, creative, and will easily cope with difficult mathematical tasks.

SETTING OF THE RESEARCH

The actuality of the developed problem in the dissertation is presented in two directions:

1. In theory:

- in terms of literature, there are not enough sources that thoroughly examine the problem of improving students' mathematical competences through project-based learning activities;
- the studies that have been done so far have not been in-depth regarding the solution of mathematical problems, with the help of the project learning activity.

2. In practical terms:

- until now, no comprehensive methodology has been developed, which refers to the solution of mathematical problems with the help of the project learning activity;
- at a practical level, the exact requirements to guide the implementation of the project activity in mathematics have not been determined, but general definitions for project-based learning are available;
- there are no available studies to prove that the students' mathematical competences improved after the project-based learning.

The relevance and significance of the developed problem for improving the mathematical competences of third-grade students in terms of the project learning activity allows the following parameters to be determined:

THE OBJECT OF THE RESEARCH is the project learning activity of third grade students in mathematics.

SUBJECT OF THE RESEARCH are the regularities that exist between the students' skills to implement a project activity and the improvement of their mathematical competence.

THE PURPOSE OF THE RESEARCH is to reveal the essence of the mathematical competences of third-grade students and to create a methodology for their improvement through the participation of students in a project-based learning activity.

The following **HYPOTHESIS** is formulated in accordance with the theoretical formulation of the essential characteristics of the project learning activity: We assume that through participation in a project learning activity in mathematics and in accordance with the age characteristics of the third grade students, it is possible to achieve the development of their mathematical competences provided , that:

- students develop project work skills;
- a specially developed system of learning projects is used.

In order to achieve the goal and verify the hypothesis, it is necessary to resolve the following **SCIENTIFIC RESEARCH TASKS**:

1. To build and experimentally verify a didactic model of the project learning activity in mathematics.
2. To develop and approve a system of learning projects that are subordinate to the learning content in mathematics and related to the application of arithmetic, geometric, algebraic knowledge, word problems and named numbers.
3. To propose a system of exercises for diagnosing the mathematical competence of third-grade students with relevant evaluation criteria.
4. To build a system of criteria and indicators for evaluating the products of the students' activities (the project maps).
5. To establish the influence of the project activity on the students' mathematical competence and their reflection.

METHODOLOGICAL BASIS of the research is:

- The theory of the personality-activity approach (S. Rubinstein, L. Vygotsky, I. Yakimovska), according to which the center of education is the person with his needs.
- The theory of the gradual formation of mental actions (P. Galperin).

- The basics of problem-based and developmental learning (A. Matyushkin, M. Makhmutov, V. Kudryavtsev).

The **THEORETICAL BASIS** of the study is based on:

- The principle of unity of consciousness and activity (L. Vygotsky, S. Rubinstein).

- The competence approach in education, which includes knowledge, attitudes, dispositions, procedural skills, cognitive skills, experimental skills.

- The system-structural approach, according to which the project learning activity is considered as a system consisting of mutually connected components, and the mathematical competence - as part of the general competence of the student.

- Elements of the version of the system of basic learning activities in mathematics, developed by Ya. Stoimenova.

RESEARCH METHODS applied in the course of the didactic experiment:

1. **Theoretical study.** Includes: analysis of didactic and methodical literature in relation to students' mathematical competence and project-based learning activity in education; analysis of third grade mathematics curricula and textbooks.

2. Didactic experiment: ascertaining stage, formative stage and control stage of the didactic experiment.

3. Observation. Mathematics lessons in the third grade were observed in order to establish the state of educational work on problem studies.

4. Survey. The opinion of 40 primary teachers (from the city of Blagoevgrad, the city of Kyustendil and the city of Simitli) was studied regarding the implementation of the project activity in mathematics education; the opinion of the students participating in the experimental learning regarding reflection and self-reflection was explored.

5. Expert assessment of elementary teachers.

6. Study of products of students' activities. Evaluation of project maps; evaluation of completed independent works in

mathematics with the aim of researching the students' mathematical competences before and after conducting the experimental training.

7. Mathematical-statistical methods for processing the results arithmetic mean value (\bar{X}), χ^2 Spearman's non-parametric correlation analysis, Wilcoxon's and Maniutni's test.

SCIENTIFIC INSTRUMENTATION necessary for the experimental study includes:

1. Survey card.

2. Tests - containing arithmetic and algebraic knowledge; geometric and text problems - for composition and transformation, with the help of which the level of mathematical competence of students is measured.

3. Indicators for measuring students' mathematical competences (correctness, flexibility, awareness and durability).

Correctness – to consider the sequence of application of the corresponding algorithm.

Flexibility – to account for the mobility of thought processes.

Consciousness – to account for conscious application of mathematical knowledge (competence).

Durability - to consider the duration of memory retention of a given knowledge.

4. Levels of development of mathematical competences – high, medium, low with certain qualitative characteristics.

ORGANIZATION OF THE RESEARCH

The didactic experiment was conducted during the 2021/2022 school year with third grade students.

The purpose of the ascertaining stage of the didactic experiment is to study the pedagogical experience of the primary teachers and to establish the level of development of the mathematical competences of the students from the experimental and control classes (a total of 74 students from SU "St. St. Cyril and Methodius", Simitli and ObU "Paisiy Hilendarski", Dolno Osenovo village), as follows EK1 (19 students) - III a class from SU "St. St. Cyril and Methodius", town of Simitli, EK2 (19 students) - III b class

from SU "St. St. Cyril and Methodius", city of Simitli, KK1 (18 students) - III in class from SU "St. St. Cyril and Methodius", town of Simitli, KK2 (18 students) - 3rd grade from ObU "Paisij Hilendarski", village of Dolno Osenovo.

The formative stage of the didactic experiment aims to test the pre-developed system of learning projects related to the content of mathematics for the third grade, where arithmetic, geometric, algebraic knowledge, word problems and named numbers are applied.

The control stage of the didactic experiment aims to establish the changes that have occurred in the level of mathematical competences (knowledge and skills) of the students, by first comparing the results of the students from the experimental and control classes, and then comparing (comparing) the results of the same students (from the experimental classes) obtained at the beginning and at the end of the didactic experiment.

STRUCTURE AND CONTENT THE DISSERTATION

The content of the dissertation is structured in an introduction, three chapters and a conclusion.

The introduction justifies the relevance of the problem of the need to implement project-based learning activities in the educational process.

ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF COMPETENCE IN THE CONTEXT OF THE PROJECT LEARNING ACTIVITY

In the first chapter, the concepts of the authors (V. Zdravkova, S. Vlikova, V. Gyurova, S. Kostova, N. Vitanova) about the concept of competence are examined.

More and more often in the scientific literature, the question related to competences is relevant and significant for a number of researchers working in this field. It is an indisputable fact that elementary school students must have the necessary competencies,

with the help of which they improve their knowledge, skills, habits and abilities. All this leads to a continuous search for specific information in order to be able to plan and implement their tasks.

Competencies are most often defined as a set of knowledge, skills and habits that are improved in the learning process. Knowledge is associated with answers to the following questions: When?, Where?, How much? etc., and the acquired skills require that everything learned in theory can be applied at a practical level.

In the state educational standard, the following key competences are defined, laid down in Ordinance No. 5 of November 30, 2015 for general education:

In the state educational standard, the following key competences are defined, laid down in Ordinance No. 5 of November 30, 2015 for general education:

- competences in the field of the Bulgarian language; - communication skills in foreign languages;
- mathematical competence and basic competences in the field of natural sciences and technologies;
- digital competence;
- learning skills;
- social and civic competences;
- initiative and entrepreneurship;
- cultural competence and skills for growth through creativity;
- skills to support sustainable development and for a healthy lifestyle and sports.

The modern educational paradigm related to the learning process rejects the idea of the quantitative accumulation of voluminous information, namely the focus is on how to apply this knowledge in practice.

The competence approach is the basis of the organization of the educational process in mathematics. Mathematics training aims to provoke students' thinking, their imagination, to build practical skills and develop their independence and initiative.

With the constant improvement of technologies comes the modernization of the terminology apparatus. The mastery of mathematical knowledge, skills and habits in modern methodological

practice is often replaced by the concept of "mathematical competence". This is not a new concept either in theory or in practice. The goal of the modern educational paradigm is to constantly improve mathematical competences by applying various educational strategies in which students are active subjects. The improvement of mathematical competences by students requires systematicity and consistency in their assimilation.

For the full improvement of mathematical competence, the teacher has a significant role, who must organize the learning process in such a way that it is ultimately effective. In order to achieve this, it is necessary that the learning process be motivating, predisposing and giving the opportunity for expression on the part of the direct users.

In the first chapter, some conceptual and terminological clarifications of the concept of "project learning activity" are made by a number of scientists, such as: S. Nikolaeva, K. Marulevska, D. Dewey, P. Dylgerova, T. Panayotova and others.

The modern educational paradigm is also based on a good pedagogical interaction between teacher-student, student-student. There must be mutual trust and respect between the students themselves. Therefore, at the initial stage, the need to apply alternative options, such as: group work, project learning activity, project method, project-based learning, is observed. With the help of the mentioned strategies, the cognitive interest of the student is expanded.

Project activities give students the opportunity to independently organize the activities, as well as consciously reach the final goal. Project activities integrate knowledge from different scientific fields, which leads to easier learning of the learning material.

The basis of the educational project is the idea of connecting theory and practice - everything that is learned in theory should be applied at a practical level. In the project activity, students see their achievements. At the same time, it highlights their shortcomings and mistakes, on which systematic and purposeful work is needed.

In order to implement a project successfully, it is necessary to form a good team that works purposefully on the set activity. The

participants are guided by the teacher, who encourages them to successfully complete the activity.

During learning projects, cohesion between the participants themselves should prevail. As mentioned in the scientific literature, cohesion is such a state of the team that is the result of interaction between team members.

As a result of the analyzed didactic and part-methodological aspects of the problem of mathematical competence and the project learning activity in mathematics, the conceptual apparatus used in the dissertation work should be specified.

In the present development, the concept of mathematical competence is considered as a generalized concept, which in terms of content includes mathematical competences (knowledge, attitudes, dispositions, procedural skills, cognitive skills and experimental skills), related to the mastery of: arithmetic knowledge, algebraic knowledge, geometric knowledge, word problems and named numbers.

In the current development, a project-based learning activity in mathematics in the third grade is understood as the joint activities of the teacher and the students, in which the students master certain mathematical competencies, and the teacher organizes and guides the process of their mastery.

For this purpose, the teacher:

- selects the topics for the project learning activity, which are consistent with the learning content in mathematics for the third grade;
- proposes in a certain sequence the activities planned for implementation;
- increases and maintains the cognitive activity of the participants in the project learning activity;
- ensures a qualitative perception of the assigned activities, to be performed sensibly and logically;
- organizes the project learning activity of the students, which is aimed at improving their mathematical competences;
- controls the processes for the implementation of the project learning activity;
- evaluates the achieved final results of the project activity.

The students, in turn:

- undertake the project implementation activities;
- come up with ways to realize them;
- remember the way they reached the final goal;
- apply the learned mathematical competences in solving practical problems.

DIDACTIC-METHODICAL ANALYSIS ON THE STATE OF THE PROBLEM FOR THE PROJECT LEARNING ACTIVITY IN MATHEMATICS EDUCATION

The second chapter analyzes the curricula of 1982, 1991, 2003, as well as the current third grade mathematics curriculum. A comparative analysis of mathematics textbooks of three authors' collectives (two in Bulgaria and one author's collective from Serbia) was also made. The shortcomings are indicated, as well as the opportunities that the educational content provides for the realization of a project-based educational activity.

The following conclusion can be drawn from the observations made in mass educational practice: Observations in practice show that the possibilities of the projected learning activity are not used, even in the few cases when this is implied in the learning content included in the mathematics textbook. Again, the pedagogical mastery of the primary teacher is relied upon.

The survey was conducted with 40 primary teachers (Simitli, Blagoevgrad, Kyustendil) in connection with monitoring the impact of project-based learning in the mathematics lesson at the initial stage of primary education. There are 10 questions in the survey card and they contain eight closed-type questions and two questions with free answers by the respondents. Based on the conducted survey, the following conclusions can be drawn:

- The application of the project activity in the mathematics lesson is of great importance because it contributes to the learning of knowledge faster and more effectively.
- Creative imagination and logical thinking are stimulated when given a task.
- Teamwork skills are formed.
- Creativity and motivation for lifelong learning are developed.

IMPROVEMENT METHODOLOGY OF MATHEMATICAL COMPETENCE TO DENTS

In order to establish the level of mathematical competences of third grade students, an entrance diagnosis was conducted during the 2021/2022 school year. Four classes were covered, two experimental classes EK1 (19 students - SU "St. St. Cyril and Methodius", city of Simitli), EK2 (19 students - SU "St. St. Cyril and Methodius", city of Simitli) and two control classes KK1 (18 students - "St. St. Cyril and Methodius" Secondary School, Simitli) and KK2 (18 students - ObU "Paisiy Hilendarski", Dolno Osenovo village).

For the purpose of the study, G. Bizhkov's diagnostics for results of mathematics education was applied. The students were offered a didactic test containing certain mathematical problems. Each test is checked through a system of indicators:

- Add the numbers up to 100 with and without passing;
- Subtraction of numbers up to 100 with borrowing and without borrowing;
- Order of operations of a numeric expression with parentheses and without parentheses;
- Table multiplication and division;
- Comparing numbers obtained as a result of arithmetic operations;
- Finding an unknown number;
- Compilation of numerical expressions based on given data;
- Finding a side of a geometric figure;
- Compose and solve a text task.

Indicators are grouped into two levels:

The first level includes indicators for establishing the level of skills for solving algorithmic tasks. The second level includes indicators for establishing the level of skills for creative application of mathematical knowledge.

The evaluation is carried out according to the individual indicators and is implemented using a three-level scale (Fig. № 1).



Figure № 1. Three-level scale for assessing the level of knowledge and skills acquired by students

The first degree of the "doesn't know" scale refers to cases where the task was solved completely incorrectly or the student gave up on solving the task. Grade 2 "falters" refers to tasks in which the student correctly used the calculation algorithm but made a calculation error or did not complete all of the sub-conditions. The third degree "knows" is an indicator that the student correctly used the solution algorithm and fulfilled all the set sub-conditions. The arithmetic mean of each class as a whole for each indicator is calculated. The arithmetic mean is doubled and a score on a six-point scale is obtained for each indicator.

The comparative analysis of the four classes related to comparing a sum with a number shows that the students do well in this activity. The students from the two experimental classes showed the highest result, with a score on the six-point scale of 5.14, and the students from the two control classes registered a slightly lower result, 5.10 (Diagram № 1).

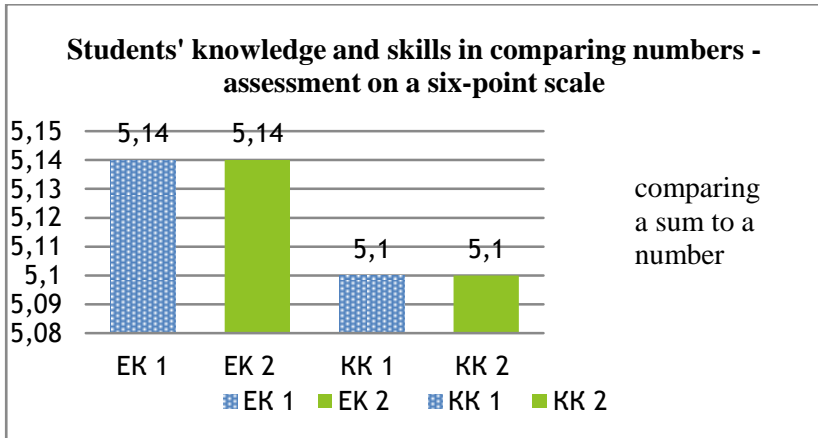


Diagram №1

Low values on this indicator refer to fluctuations in responses. In the independent works, there are no cases where the student refused to solve the task.

The second large category of indicators is related to the arithmetic operations of addition and subtraction (Diagram № 2).

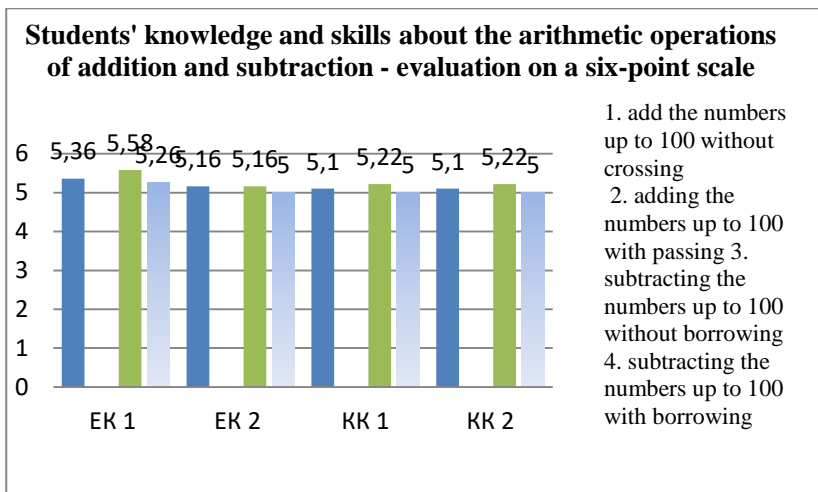


Diagram № 2

EC1 students show a value of (5.36). A slightly lower result is observed for EK2 (5.10), and the two control classes report similar values (5.10). When performing the arithmetic operation of adding the numbers up to 100 with passing, relatively good results are reported, and the students of the two experimental classes show the same results (5,16). The two control classes reported similar values (4.54). In the cases of the arithmetic operation of subtracting numbers up to 100 without borrowing, high results are reported: the students of EK1 (5.58), the two control classes show the same values (5.22), and a slightly lower result is observed for EK2 (5 ,16). In the arithmetic operation of subtracting numbers up to 100 without borrowing, slightly lower values are registered: the students from one experimental class show a slightly higher result (5.26) compared to the other students who show the same results, which are EK2, KK1 and KK2 (5).

By entering the third grade, in addition to the arithmetic operations of addition and subtraction, students are introduced to multiplication and division (Diagram № 3).

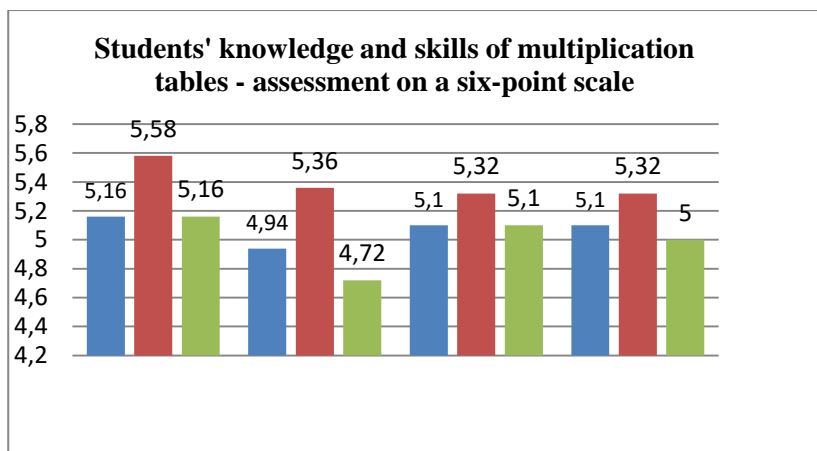


Diagram № 3

One of the most common errors is observed in the arithmetic operation of multiplying a number by 0. Students

incorrectly solve the problems of addition and multiplication by 0. The highest results are observed in multiplying a number by 1. Of the multiplication cases provided, the highest values are observed when multiplying a number by 1. Despite the high success rate, errors are again noticed when a task is incorrectly solved or the student does not work on a task. The value that the students of the two experimental classes get is (5.58), and the two control classes show lower results (5). For the four classes, the following trend is observed when multiplying in a table: the highest result is achieved by the students from EK1 (5.16), the two control classes with the same values (5.10) are next, while the students from EK2 report relatively more low score (4.94).

After establishing the knowledge of the arithmetic operation multiplication, it should be determined to what extent the students have mastered the arithmetic operation division. Students are provided with three cases of division: tabular division, division of 0 by a number, and division of a number by 1 (Diagram № 4).

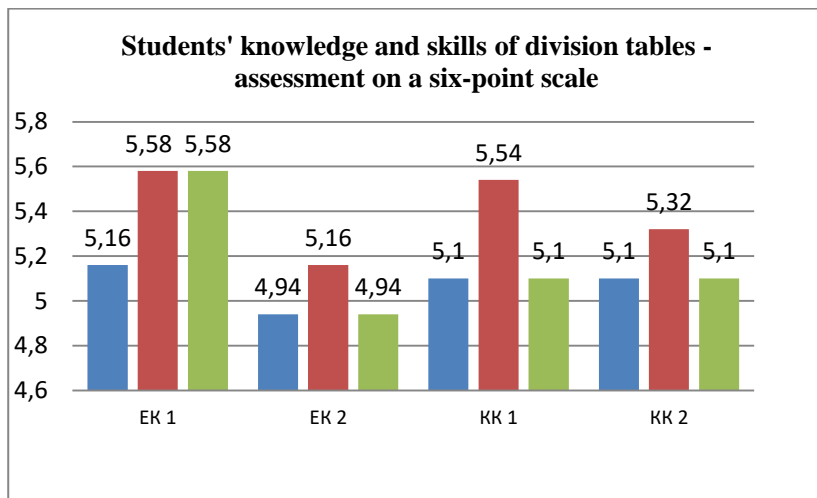


Diagram № 4

All four classes show the best results for the indicator dividing a number by 1, and in the following way: the highest value is observed in EK1, in second place is KK1, in the next place is KK2 and the lowest result is shown by the students from EK2. The next indicator that is considered in the didactic tests is the division of 0 by a number. Comparison with the previously considered indicator, the values obtained here show significantly weaker results: EK1 is again in first place, in next place both control classes register identical results and EK2 is in last place. In the table division indicator, good results are observed in the four classes. The students from EK1 show the highest result, the same results are observed for the two control classes and slightly lower values are found for EK2.

The errors that are made are of the same type as in the multiplication operation. In the independent works, there are cases where the student solved the task incorrectly or refused to work on it.

Along with mastering and improving the algorithm for performing arithmetic operations, students entering the third grade need to have certain knowledge about the order in which operations are applied. In the didactic tests, there are indicators that refer to solving numerical expressions without and with parentheses, paying special attention to applying the rule for the order of actions (Diagram № 5).

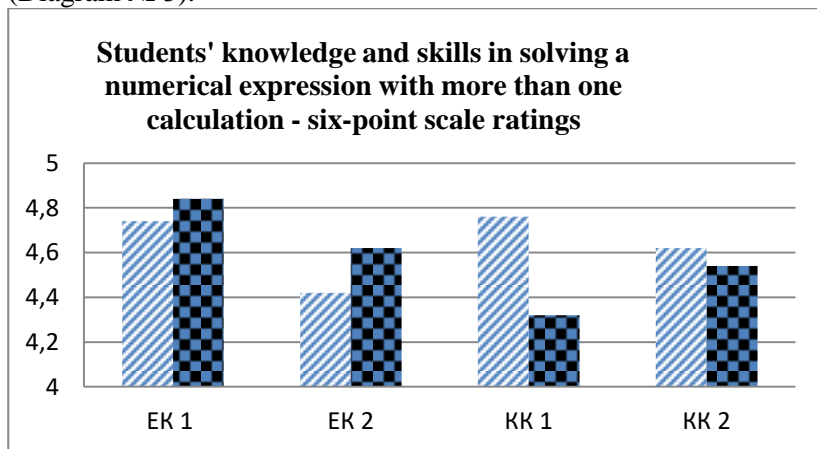


Diagram № 5

When analyzing the results, it is concluded that the students correctly determine the order of actions and correctly perform the calculations, or correctly perform the order of actions, but make calculation errors, but there are also cases where the student refused to solve the task.

Along with arithmetic, students who enter the third grade need to master a certain amount of algebraic knowledge. The next category of indicators, which are included in the didactic tests, refer to finding an unknown summable and an unknown multiplier (Diagram № 6).

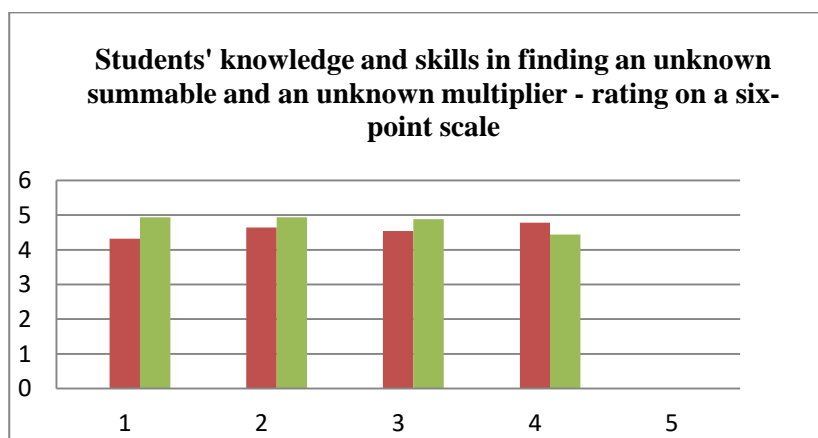


Diagram № 6

In the comparative analysis of the two indicators, it is found that the students encounter difficulties in finding an unknown collectable. The errors that are noticed are: the student uses the rule to find the unknown number, but makes calculation errors; does not know how to use the rule to find the unknown number; refuses to solve the task.

After studying the algebraic and arithmetical knowledge, the geometrical knowledge that the students should master should be studied. This category includes metrics for finding a side of a geometric figure (rectangle, square, and triangle). The obtained values of each of the indicators also register the difficulties that

students face when finding a side of a geometric figure (Diagram № 7).

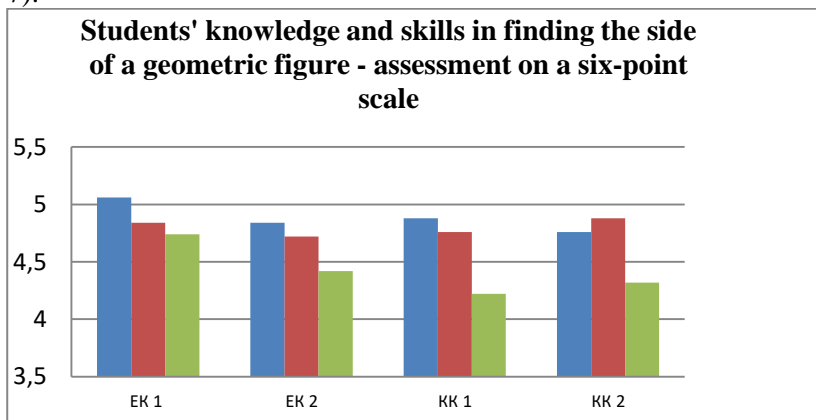


Diagram № 7

The four studied classes perform best in finding a side of a square as follows: EK1 (5.06), EK2 (4.84), KK1 (4.88), KK2 (4.76). The students have more difficulties in finding a side of a triangle, but they still do well with this activity, which is confirmed by the results: EK1 (4.84), EK2 (4.72), KK1 (4.76), KK2 (4.88). The evaluation values register that the task of finding a side of a rectangle was the most difficult for the students. Despite the difficulties, the students of the experimental classes manage to do better compared to the control classes, and it is clearly visible from the obtained results: EK1 (4.74), EK2 (4.42), KK1 (4.22), KK2 (4.32).

According to this indicator, we can reach the conclusion that the student correctly finds a side of a geometric figure and correctly performs the calculations. There are also cases where the student uses the rule for finding a side of a geometric figure, but makes a calculation error or does not use the rule, makes mistakes, or does not work on the task.

Along with the acquisition of arithmetical, algebraic and geometrical knowledge and skills laid down in the mathematics curricula, students must also possess skills for creative application of knowledge, which is measured by solving text problems (Diagram № 8).

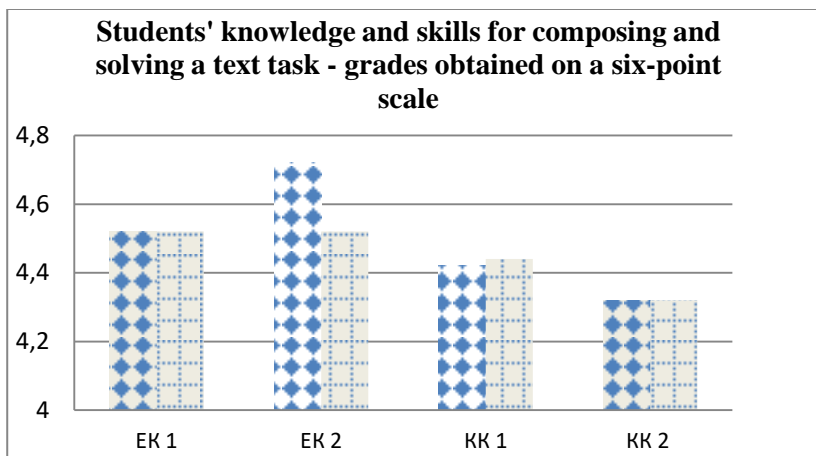


Diagram № 8

The comparative analysis of the two indicators outlines the difficulties that students encounter when solving and composing text tasks. When solving the text problems, the students do relatively better. The observed gaps are related to: the task was incompletely solved, a thinking error was made, the word problem was incorrectly solved, or the student gave up on solving the task. The obtained values are as follows: EK1 (4.52), EK2 (4.72), KK1 (4.44), KK2 (4.32).

In the second indicator - composing a text task, serious gaps in the knowledge of the students of the four classes are observed: the student correctly composes the text task, but makes calculation errors when solving it, incorrectly composes a text task; incorrectly decides or refuses to decide. The results achieved by the four classes are: EK1 (4.52), EK2 (4.52), KK1 (4.44), KK2 (4.32).

The indicator for compiling numerical expressions from given data also refers to the creative application of mathematical knowledge (Diagram № 9).

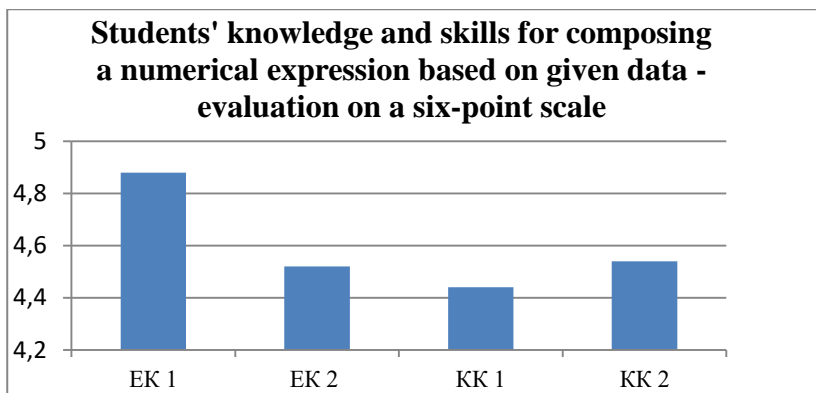


Diagram № 9

The students do well with this activity, but there are also gaps: correctly composes a numerical expression, but makes a calculation error during the solution itself; forms a number expression incorrectly or does not work on the task. The following values were registered in all four classes: EK1 (4.88), EK2 (4.52), KK1 (4.44), KK2 (4.54).

After the obtained results, it was established that the level of mathematical competences of the students from the experimental and control classes are close in terms of values.

Several conclusions can be drawn from the conducted research:

- Students have the necessary mathematical competences with which they can perform arithmetic operations (addition, subtraction, multiplication and division);
- At an insufficiently high level, the mathematical competences necessary for solving algebraic tasks are insufficient;
- The level of development of mathematical competences related to solving geometric problems is insufficient;
- At an insufficiently high level are the mathematical competences necessary for composing and solving text problems.

The formative stage of the didactic experiment was conducted in the months: November, December of 2021 and January, February, March and April of 2022. The period was entitled "Project Period".

The formative stage of the didactic experiment includes the implementation of five learning projects in mathematics with the students of the experimental classes, and for this purpose an author's didactic model structured by stages and sub-stages was made in advance, on the basis of which the set project tasks were realized. The model applied to the didactic experiment, in accordance with the issues discussed in the dissertation, is based on the project-based teaching of mathematics in the third grade (Fig. № 2).

Didactic model of project learning activity in mathematics for 3rd grade

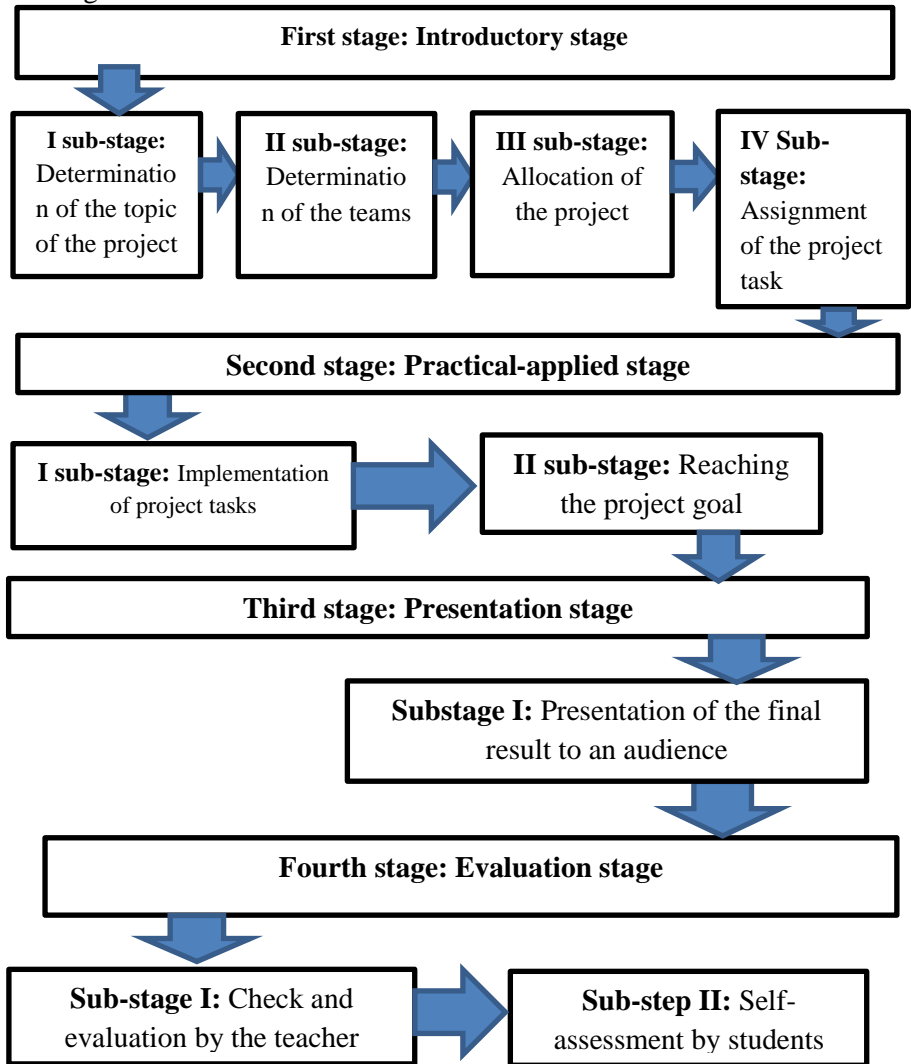


Figure № 2 Stages of the progress of the project learning activity in mathematics

The structure of the created didactic model of the project-based learning activity in mathematics in the third grade consists of the following stages:

First stage: Introductory stage

I sub-stage: Determination of the topic of the project

Before planning and organizing the project learning activity, it is necessary to think about the topic with which the students will work. The choice of the topic must be in accordance with the interests and capabilities of the students, as well as be relevant and relevant from a practical point of view. A good choice of the topic is the most important task on which its successful finalization depends. By asking the members of the teams, it becomes clear that the students are interested in topics from the surrounding reality.

II sub-stage: Determination of the teams

In addition to having an equal number of students, the teacher must strive to make the distribution so that the teams are equal in terms of the students' abilities. The total number of students in the two experimental classes is 38 students. EK1 – 19 students divided into the following teams: two teams with 4 students each and two teams with 5 students each. The same distribution of teams is also in EK2, because both experimental classes have the same number of students.

III sub-stage: Allocation of the project task

With the distribution of the project task among the participants in the group, good organization is achieved and the striving for a successful completion of the project activity.

IV sub-stage: Assigning the project tasks

Teamwork helps distribute subtasks among team members. A guarantee for the success of this activity is the presence of a good organization and a desire for the successful completion of the project activity. The students themselves

have a hard time coping with this task, so the role of the teacher is supportive and guiding.

Second stage: Practical-applied stage

I sub-stage: Implementation of project tasks

There are 6 activities in the project map and each activity is performed by the student, and in the last activity from the project map, students have to show creativity and imagination.

II sub-stage: Reaching the project goal

Each project activity has a specific purpose. It is achieved when all assigned activities in the project map have been implemented.

Third stage: Presentation of the final result to an audience

After all project tasks have been implemented, the presentation of the final product follows. Each team chooses who will be the spokesperson of the team - he presents the final part of the project to all participants in the project training and to the teacher. For this purpose, the whole team is in front of the board, but the speaker presents the work. Team roles are rotated with each project so that all students can participate in the different activities.

Fourth stage: Evaluation stage

Sub-stage I: Self-assessment by students

Students are presented with an opportunity to evaluate teams, with each team's spokesperson reporting how their team evaluates the work of the team being discussed. Such an opportunity is given to all 8 teams.

It is essential for the success of the project training that the participants in it show curiosity, creativity, logic in relation to the implementation of specific activities laid out in the project map. In this regard, the sub-tasks in the project cards are selected so as to measure not only the standard mathematical indicators, but also to track the manifestation of

creativity and creativity. This goal is realized through the last activity in each project map. For the first project, this task of making a poster of the pastry shop. For the final of the next project, they have to create an advertisement for "Vegetable Garden". The project activities are gradually complicated and upgraded, and so the participants have to provide for the final an advertisement of "Amusement Park". The fourth project is related to the creation of an advertising poster for a "Tourist Agency". The last learning project is related to the presentation of an advertising poster for a theater performance.

II sub-stage: Check and evaluation by the teacher

At the end of the project activities, the teacher evaluates the project tasks, paying particular attention to whether the participants have fulfilled all the conditions and sub-conditions that the project learning requires, and also whether the completed activities have been carried out correctly. The teacher's assessment can be corrective if necessary against self-assessment and assessment by other students and summarize the performance of the task, with the teacher making discreet remarks as necessary so as not to kill the students' desire for this type of activity. The teacher's assessment is rather encouraging, pointing out how to overcome gaps, if any, but at the same time instilling confidence in the students' own strengths and capabilities. From the above-mentioned model, it is necessary to compile a model of criteria and indicators, with the help of which the implemented project maps will be evaluated (Fig. № 3).

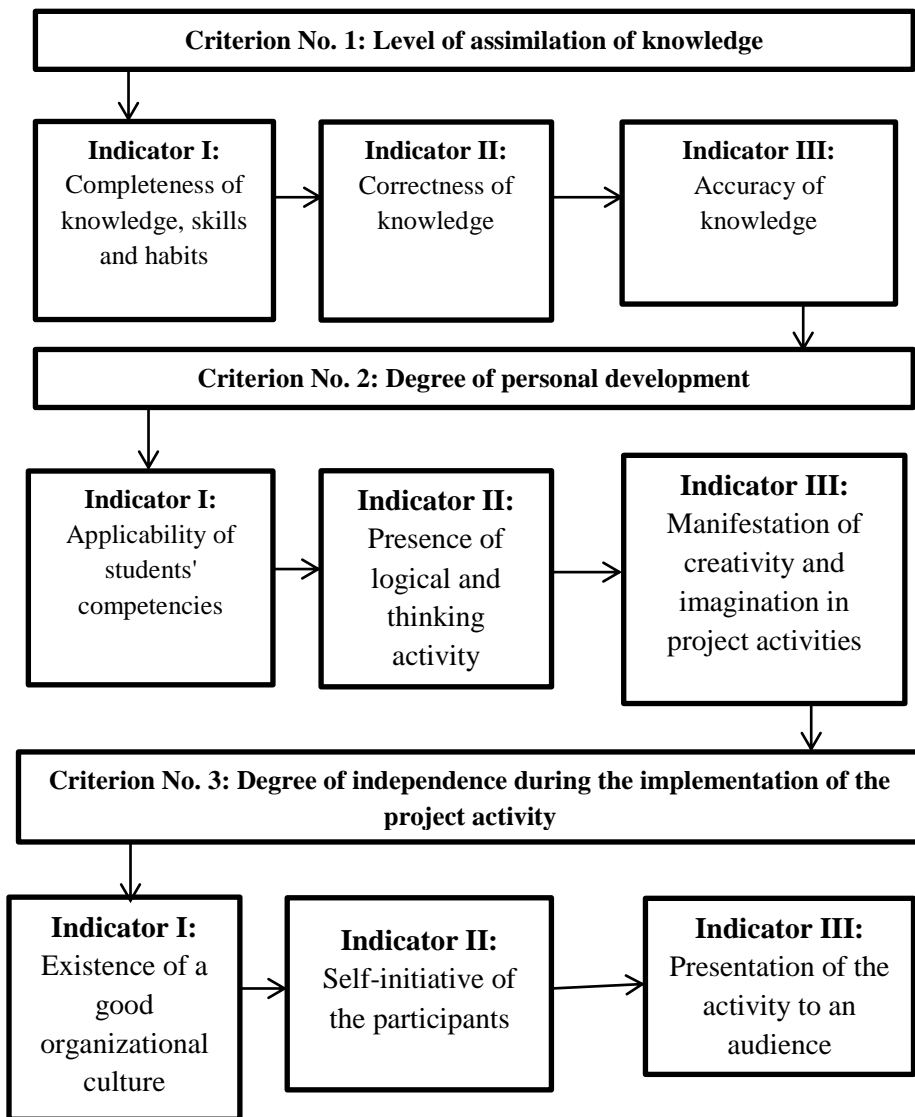


Figure № 3 System of criteria and indicators for evaluating the results of the project learning activity in mathematics

Individual criteria are assessed using a point system linked to three levels of success. The levels for the individual criteria have a certain characteristic.

1. Criterion: Level of assimilation of knowledge

This criterion refers to the extent to which the teams have assimilated the knowledge. Also in this criterion it is observed where mistakes were most often made and whether the participants succeeded in filling out the project card.

First indicator: Completeness of knowledge, skills and habits

Here, the emphasis is on how and in what way the project map itself is filled out, observing the following signs: whether the information is written in detail as it is according to the previously set data; how and in what way the algorithms were used to solve a certain type of tasks laid down in the project maps.

The scale for evaluating the achievements of all participants is three-level, as follows:

a) **High level** – the stock of competences, i.e. knowledge, skills, has been used to the maximum extent; all participants can use relevant algorithms and rules to find the key solution;

b) **Intermediate level** – the stock of knowledge and skills is partially used; participants partially use the solution algorithm;

c) **Low level** – insufficient information when solving the tasks in the project map.

Second indicator: Correctness of knowledge.

This indicator is aimed at the correct filling of the map itself, as well as the correct use of algorithms for solving algebraic, geometric and textual problems. Special attention is paid to how the information itself is filled out and whether it contains the necessary data, which is set from the beginning.

The scale for measuring the achievements of participants in the project training is three-level:

a) **High level** – all team members correctly perform the activities set out in the project map;

b) **Intermediate level** – the solving algorithms were correctly used, but calculation errors were made;

c) **Low level** – the algorithms were used incorrectly and the task (activity) itself was incorrectly solved.

Third indicator: Accuracy of knowledge.

This indicator is aimed at the accuracy of the information submitted by the participants. Most of all, attention is paid to the algorithms for solving tasks, as well as whether there are any mistakes made.

The accuracy of knowledge is assessed using the three-level scale:

a) **High level** – accurate implementation of the assigned activities in the project map;

b) **Medium level** – the project activities in the project map are partially implemented;

c) **Low level** – project activities are performed inaccurately.

2. Criterion: Degree of personal development

First indicator: Applicability of students' competencies

This indicator speaks eloquently about the participants themselves, how and in what way they apply their knowledge in relation to the individual activities laid out in the project map.

a) **High level** - all participants in project activities quickly orient themselves and skillfully apply their knowledge in a given situation;

b) **Medium level** - part of the participants in the project activities do not quickly enough apply their knowledge in specific situations;

c) **Low level** – the participants find it difficult to navigate in the newly created situation.

Second indicator: Availability of logical and deep thinking activity

Attention is focused on whether and to what extent the participants show creativity, imagination and imagination during the performance of the activities set in the foreground.

a) **High level** – all participants skillfully use logical and thinking activity;

b) **Average level** – not all team members exhibit logical and deep thinking activity;

c) **Low level** – team members do not exhibit logical or deep thinking activity.

3. Indicator: Manifestation of creativity and imagination in project activities

Again, the focus is on the extent to which participants in project-based learning exercise creativity and imagination.

a) **High level** – the participants cope excellently with the assigned activities;

b) **Medium level** – the participants show creativity, but it is insufficient to effectively carry out the set activities;

c) **Low level** – participants do not show creativity and imagination, i.e. have limited options.

3. Criterion: Degree of independence during the implementation of the project activity

First indicator: Existence of a good organizational culture

This indicator is aimed at the organizational skills of the participants. The presence of good organization leads to a successful outcome, which is due to good organization and good relationships between the participants themselves.

a) **High level** – independent organization and distribution of duties between team members, as well as good communication;

b) **Intermediate level** – participants encounter difficulties in assigning roles, which leads to the teacher's intervention;

c) **Low level** – the participants have limited possibilities regarding the allocation of tasks.

Second indicator: Self-initiative of the participants

The indicator is aimed at whether the participants themselves show the necessary self-initiative that leads to the final completion of the set goal. An insufficient dose of self-initiative would affect the success rate and the participants would not be satisfied with their work.

a) **High level** – the participants independently carry out the assigned activities;

b) **Intermediate level** – the participants encounter difficulties, and the intervention of the teacher is necessary;

c) **Low level** – participants have limited opportunities to perform the assigned activities.

Third indicator: Presentation of the activity to an audience

a) **High level** – participants in the project training can independently present the final product, without the intervention of the teacher;

b) **Intermediate level** – the participants present the final result in front of an audience, assisted in some moments by the teacher;

c) **Low level** - the participants have limited opportunities in terms of presenting to an audience and carry out this activity entirely under the guidance of the teacher.

The period entitled "Project Period", which was realized within a few months, was really useful and satisfying for all participants. The project activities were realized both in the mathematics classes and in the classes for all-day organization of the school day. By putting their knowledge into practice, the students understood the meaning of studying certain academic content. Working on learning projects motivates them to work harder, putting in more effort and creativity. The presence of good organization and cohesion among the participants leads to excellent results after the young researchers. Excellent teacher-student interactions transcend the boundaries of the traditional learning process and make the learning environment a desirable place to visit.

The main purpose of the control experiment is to establish to what extent the mathematical (competencies) knowledge from the educational content for the third grade has been mastered, in the conditions of a project-based learning activity. To measure mathematical (competence) knowledge, a diagnostic toolkit of a control-evaluative nature is used.

The results obtained from the diagnostic toolkit are determined using the modified scale of G. Bizhkov. Each test is checked and evaluated using criteria for evaluating mathematical competences (Fig. № 4).

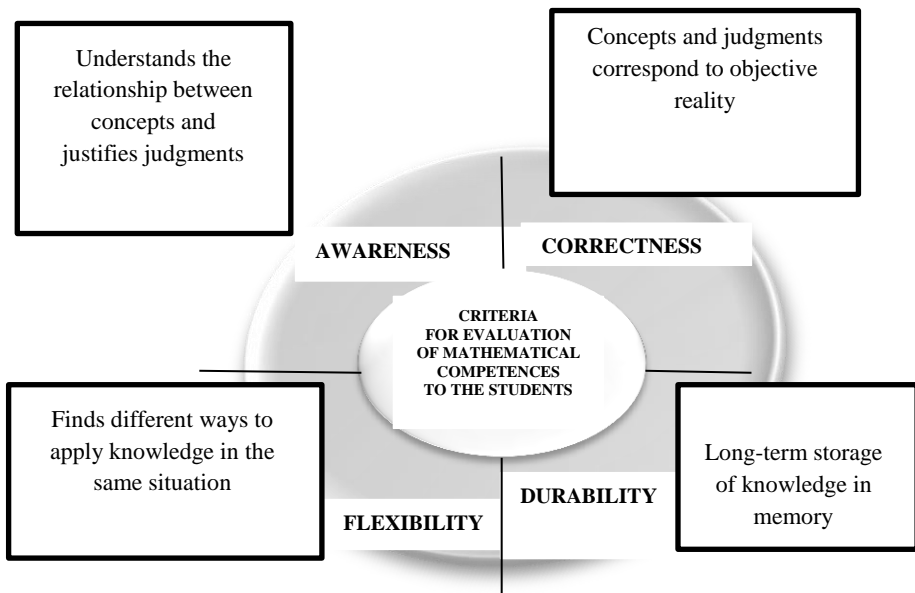


Figure № 4. Criteria for evaluating students' mathematical competences

There are three levels, with the help of which the results obtained according to the individual criteria are evaluated.

The first level includes competency indicators that target specific mathematical content where calculation errors were made, the student gave up solving the problem, or the solution was completely wrong. This level is characterized by a low degree of development of mathematical competences.

The second level includes competency indicators that target specific mathematical content, such that the student correctly applies the solution algorithm but makes a calculation error, in the order of ones, tens, or hundreds. This level is characterized by an average degree of development of the acquired.

The third level includes indicators for establishing competences for specific mathematical content, embedded in problems that the student has solved absolutely correctly and accurately, without making calculation errors. This level is

characterized by a high degree of effectiveness of the acquired competences.

The evaluation is carried out according to the individual indicators and is implemented using the three-level scale (Fig. № 5)

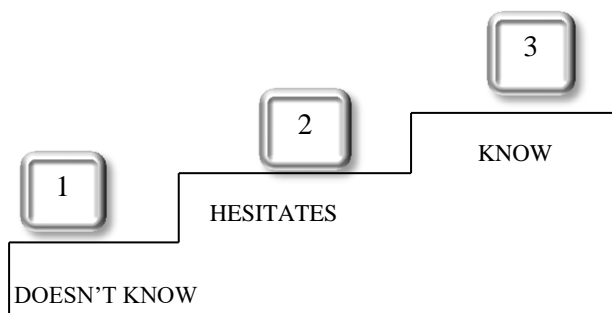


Figure № 5 Three-level scale for evaluating the level of knowledge and skills acquired by students

After establishing the system of criteria and indicators, according to which the results obtained at the end of the didactic experiment will be evaluated, we proceed to analyze these results by indicators.

The comparative analysis between the four classes participating in the didactic experiment leads to the conclusion that the project learning activities had an impact on the acquisition of mathematical competences (knowledge).

The final results show that project-based learning activities have a positive impact on the qualitative and quantitative learning of mathematical learning content. The final results of the four classes, referring to all indicators, are placed in a synthesized table (Table № 1).

Table № 1. Results of the studied classes by indicators

Indicator	Correctness	Consciousness	Flexibility	Durability	\bar{X}	Rating on a six-point scale
Class						
EK 1 III A SU Simitli (19 students)	2,74	2,58	2,47	2,68	2,62	5,24
EK 1 III A SU Simitli (19 students)	2,74	2,53	2,53	2,68	2,62	5,24
KK 1 III A SU Simitli (18 students)	2,61	2,33	2,33	2,61	2,47	4,94
KK 2 III A ObU D. Osenovo (18 students)	2,56	2,17	2,22	2,55	2,38	4,76

The table above contains the average levels of the obtained values for the two experimental and the two control classes, achieved at the end of the didactic experiment. The resulting averages are converted into scores on a six-point scale. The obtained estimates are presented with the help of a diagram (Diagram №10).

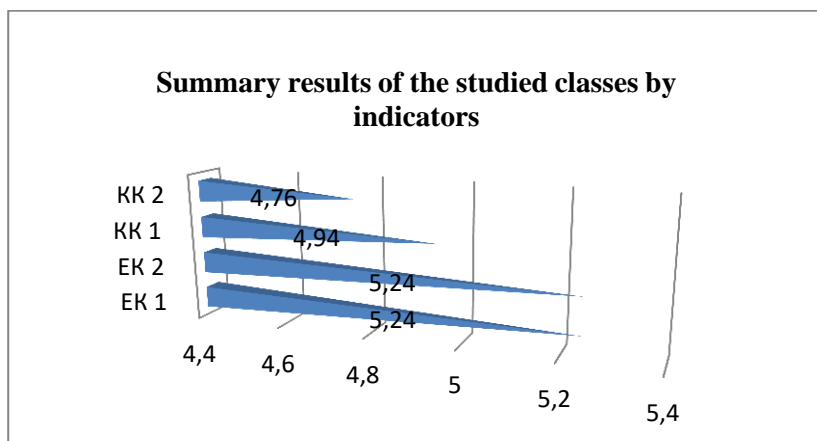


Diagram № 10

The knowledge that students get with the help of project activities is of great importance in practice. Project activities in the teaching-educational process in mathematics provide students with information that helps them solve tasks of various complexity.

Mathematical competences that are acquired with the help of project-based learning activities contain a high degree of

effectiveness. These are those competencies that help students to learn the learning material permanently.

On the basis of the collected empirical material, the proposed hypothesis is subject to statistical processing of the results, using the SPSS program.

Table № 2. Differences according to the "adding the numbers without passing" indicator at EK1 and EK2 at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the "durability" indicator

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Add the numbers without crossing	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	Higher scores at the end of the didactic experiment	5	3,00	10,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	14				

The reported level of significance in both experimental classes ($p_{EK1} = 0.046$; $p_{EK2} = 0.046$) indicates that there are statistically significant differences in "adding numbers without passing" on the indicator "Persistence" before and after participating in project-based learning activities. It was demonstrated that knowledge improved in 5 of the studied students, and the same results were maintained in 14. No statistically significant differences were observed in the two control classes as the significance level was greater than 0.005. $p_{KK1} = 0.083$ and $p_{KK2} = 0.317$

The following table refers to "adding the numbers with passing".

Table № 3. Differences according to the indicator "adding the numbers with passing" at EK1, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the indicator "durability"

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Add the numbers by crossing	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,070	0,038
	Higher scores at the end of the didactic experiment	5	3,00	15,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	14				

When "summing the numbers with passage" at EK1, statistically significant differences are reported in the two experimental classes according to the "**Durability**" indicator. It was observed that 5 of the studied students improved their knowledge related to "adding the numbers with passing" and for 14 studied students the same results were maintained ($R_{ties}=15$). In no student did the competences related to "adding numbers with passing" deteriorate ($R_{negative} = 0$).

Table № 4. Differences according to the indicator "adding the numbers with passing" at EK2, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the indicator "durability".

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Add the numbers by crossing	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,428	0,015
	Higher scores at the end of the didactic experiment	7	4,00	28,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	12				

When "summing the numbers with passage" at EC2, statistically significant differences are reported in the two experimental classes according to the "**Durability**" indicator. It was observed that 7 of the studied students improved their knowledge related to "adding the numbers with passing", and for 12 studied students the same results were maintained ($R_{ties}=12$). In no student did the competences related to "adding numbers with passing" deteriorate ($R_{negative} = 0$).

From the obtained results it is clear that there are statistically significant differences even in "table multiplication" (Table № 5).

Table № 5. Differences in the "table multiplication" indicator at EK1 and EK2 at the beginning and end of the didactic experiment

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Table multiplication	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	Higher scores at the end of the didactic experiment	4	2,50	10,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	15				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are statistically significant differences in "table multiplication" for students from both experimental classes on the indicator "**Persistence**" ($p_{EK1} = 0.046$; $p_{EK2} = 0.046$). It was observed that in 4 of the studied students an improvement in their skill in "table multiplication" was reported, in 15 of the studied students the same values were maintained ($R_{ties}=15$).

The following table presents results related to "table division".

Table № 6. Differences according to the "table division" indicator at EK1 and EK2 at the beginning and end of the didactic experiment

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Table division	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	Higher scores at the end of the didactic experiment	4	2,50	10,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	15				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are statistically significant differences in "table division" for the students of the two experimental classes on the indicator "**Persistence**" ($p_{EK2} = 0.046$). 4 of the studied students improve their knowledge related to "table division", and for 15 studied students the same results are preserved ($R_{ties}=15$). In no student did the competences related to "table division" deteriorate ($R_{negative} = 0$). No significant statistical differences were reported for the two control classes ($p_{KK1} = 0.564$; $p_{KK2} = 0.655$), as the significance level was greater than 0.05.

According to the "**Correctness**" indicator, the following statistical differences are observed:

Table № 7. Differences according to the "adding the numbers with passing" indicator at EK1 and EK2, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the "correctness" indicator

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Add the numbers by crossing	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,714	0,007
	Higher scores at the end of the didactic experiment	8	4,50	36,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	11				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are statistically significant differences in the "table division" of the students of the two experimental classes on the indicator "**Correctness**" ($p_{EK1 \text{ AND } EK2} = 0.007$). It is demonstrated that 7 of the studied students improve their knowledge related to "table division", and for 11 studied students the same results are preserved ($R_{ties}=15$). In no student did the competences related to "table division" deteriorate ($R_{negative} = 0$). No significant statistical differences were reported for the two control classes ($p_{KK1} = 0.111$; $p_{KK2} = 0.063$), as the significance level was greater than 0.05.

The following table contains results when subtracting the numbers with borrowing, according to the "**Correctness**" indicator (Table № 8).

Table № 8. Differences according to the "subtraction of numbers with borrowing" indicator at EK1, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the "correctness" indicator

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Subtracting numbers with borrowing	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,070	0,038
	Higher scores at the end of the didactic experiment	5	3,00	15,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	14				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure indicated that there were statistically significant differences in "subtraction of numbers with borrowing" for EC1 participants on the Correctness metric ($pE1 = 0.038$). It was observed that in 5 of the examined persons an improvement in the skill of "subtracting numbers with borrowing" was reported, in 14 of the examined persons the same values were maintained ($Rties=14$).

The obtained data in the table show the results in "table multiplication" of the two experimental classes (Table № 9):

Table № 9. Differences according to the "table multiplication" indicator at EK1 and EK2, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the "correctness" indicator

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Table multiplication	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	Higher scores at the end of the didactic experiment	4	2,50	10,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	15				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are significant statistical differences in "table multiplication" for the students of the two experimental classes on the indicator "Correctness" ($p_{EK1} = 0.046$; $p_{EK2} = 0.046$). It was observed that in 4 of the studied students an improvement in knowledge and skills in "table multiplication" was reported, and in 15 of the studied persons the same values were maintained ($R_{ties}=15$). No participant in either experimental class had this knowledge deteriorate on the Correctness measure. No statistically significant values were observed in the two control classes ($p_{KK1} = 0.655$; $p_{KK2} = 0.655$), as the significance level was greater than 0.05.

The table shows the statistical results reported for "table division" (Table № 10).

Table № 10. Differences according to the "table division" indicator at EK1 and EK2, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the "correctness" indicator

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Table division	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	1	0,00	0,00	2,000	0,046
	Higher scores at the end of the didactic experiment	4	2,50	10,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	14				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are significant statistical differences in the "table division" of the students of the two experimental classes of the indicator "**Correctness**" ($p_{EK2} = 0.046$). It is observed that in 4 studied students the knowledge of "table division" improves, for 14 studied students the same values are preserved ($R_{ties}=14$). In 1 student, the competences related to "table division" deteriorated ($R_{negative} = 1$). The same values were registered for EC1 ($p_{EK2} = 0.046$), but no significant statistical differences were observed for the two control classes, as the level of significance was greater than 0.05.

The following table presents statistically significant results for "**finding an unknown multiplier**" (Table № 11).

Table № 11. Differences according to the "finding an unknown multiplier" indicator at EK1 and EK2, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the "correctness" indicator

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Finding an unknown factor	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,121	0,034
	Higher scores at the end of the didactic experiment	5	3,00	15,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	14				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are no significant statistical differences in "finding an unknown factor" among EK1 students ($p_{EK1} = 0.034$ and $p_{EK} = 0.034$). It was observed that 5 of the studied students reported an increased level of knowledge in "finding an unknown multiplier", 14 of the studied students maintained the same values. None of the students had any deterioration in this skill. In the control classes, only at KK2 ($p_{KK2} = 0.058$) statistically significant values were observed, and at KK 1 ($p_{KK1} = 0.102$) there were no significant statistical differences.

The table presents statistically significant differences in "finding the circumference of a triangle", according to the indicator "**Correctness**" (Table № 12).

Table № 12. Differences according to the "finding the circumference of a triangle" indicator at EK1, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the "correctness" indicator

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Finding the perimeter of a triangle	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,236	0,025
	Higher scores at the end of the didactic experiment	3	2,00	15,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	16				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are significant statistical differences in "finding the circumference of a triangle" among the students of the two experimental classes. In EK1, it was found that 5 students improved their knowledge related to "finding the perimeter of a triangle, and 14 students maintained the same values, but none of the students' knowledge deteriorated. No statistically significant results were observed for the two control classes ($p_{KK1} = 0.083$; $p_{KK2} = 0.157$) because the significance level was greater than 0.05.

Table № 13 presents statistically significant differences related to the competences "**solving a text task in two ways**":

Table № 13. Differences according to the indicator "solves a text problem in two ways" at EC2, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the indicator "correctness"

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Solves a word problem in two ways	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,449	0,014
	Higher scores at the end of the didactic experiment	6	3,50	21,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	13				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are significant statistical differences in "**solving a word problem in two ways**" among EK2 students ($p_{EK2} = 0.014$). It is observed that six of the studied students improve their skill according to the given indicator, for 13 studied persons the same values are preserved ($R_{ties}=13$). In no student, the knowledge "to solve a text problem in two ways" did not deteriorate ($R_{negative} = 0$).

Table № 14 contains the statistically significant differences in "composing a numerical expression in two ways".

Table № 14. Differences according to the "composition of a numerical expression in two ways" indicator at EK1, at the beginning and at the end of the didactic experiment according to the "correctness" indicator

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Compose a numerical expression from given data	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,000	0,046
	Higher scores at the end of the didactic experiment	4	2,50	10,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	15				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are significant statistical differences in "composing a numerical expression from given data" among EK1 students ($p_{EK1} = 0.046$). It is observed that in 4 of the studied students improvement of the competences in "composing a numerical expression based on given data" is reported, in 15 of the studied students the same values are preserved ($R_{ties}=15$). None of the students had their knowledge deteriorate ($R_{negative} = 0$).

Table № 15 contains results related to "finding an unknown multiplier" under the "Awareness" indicator.

Table № 15. Differences according to the indicator "finding an unknown multiplier" in EK1, at the beginning and end of the didactic experiment

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Finding an unknown factor	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,646	0,008
	Higher scores at the end of the didactic experiment	7	4,00	28,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	12				

The results of the non-parametric Wilcoxon statistical procedure show that there are statistically significant differences in the indicator "finding an unknown multiplier" among the students of the first experimental group according to the attribute "Awareness" ($p_{EK1} = 0.008$). It is observed that for 7 of the examined persons, an improvement in the skill in the indicator "finding an unknown multiplier" is reported, after participating in a project activity, no student has lower results ($R_{positive} = 7$; $R_{negative} = 0$), and in 12 of the studied students, the same values are preserved ($R_{ties} = 12$).

Table № 16 contains results for the "**Awareness**" indicator:

Table № 16. Differences according to the indicator "finding an unknown multiplier" in EK2, at the beginning and at the end of the didactic experiment

Indicator		Number	Average rank	Sum of ranks	Wilcoxon Signed Ranks Test z	P
Finding an unknown factor	Lower scores at the beginning of the didactic experiment	0	0,00	0,00	2,236	0,025
	Higher scores at the end of the didactic experiment	5	3,00	15,00		
	Equality at the beginning and at the end of the didactic experiment	14				

Statistically significant differences for the same indicator were also established for EK2, since the level of statistical significance is less than 0.05 ($p_{EK2} = 0.025$), i.e. 5 of the studied students reported an improvement in knowledge and skills in "finding an unknown multiplier", and 14 of the studied individuals maintained the same values ($R_{ties}=14$). For the two control classes, no statistically significant differences were found in the indicator "finding an unknown multiplier" ($p_{K1} = 0.157$; $p_{KK2} = 1.000$), since the level of significance is greater than 0.05.

Conclusions:

The results of the Wilcoxon non-parametric statistical analysis provide the full reason to confirm the assumption that it is possible to achieve the improvement of mathematical competences when students take an active part in project-based learning activities in mathematics. The attached statistical analysis shows that in some of the studied students in both experimental classes, after they participated in the project of learning activity in mathematics, the mathematical competences were improved, and more specifically in

the following indicators "Flexibility"; "Correctness"; "Durability" and "Awareness".

The non-parametric correlation indicator - Spearman's Rank Correlation Coefficient was applied to check and prove the sustainability of mathematical competences under the "Correctness" indicator.

Applying Spearman's non-parametric correlation analysis, it was found that there was a moderate, right-proportional statistically significant relationship in "Order of actions in numerical expression without parentheses" at the beginning and end of the didactic experiment at EC2, which is direct evidence that the project learning activity helped for the improvement of this competence.

*Table № 17. Results reported in Spearman's non-parametric correlation analysis according to the **Correctness** indicator (Order of actions in a numerical expression without parentheses)*

		Order of actions in a numeric expression without parentheses_start_EK2	Order of operations in a numeric expression without parentheses_end_EK2
Order of actions in a numeric expression without parentheses_start_EK2	r	1	0.553
	P		0.014

In EK1, no statistically significant correlation was observed at the beginning and end of the didactic experiment, as the values themselves show: $p = 0.387$; $r = 0.101$.

After the successful application of the non-parametric analysis - Spearman's correlation coefficient, it was established that there is a statistical relationship in "finding an unknown multiplier" before and after the work on educational projects at EK2, which gives us full reason to claim that the systematic application of project learning activities in mathematics classes leads to the improvement of students' mathematical competences. The obtained results are presented in tabular form (Table № 18):

Table № 18. Results reported in non -parametric correlation analysis of alcohol by indicator correctness (finding an unknown multiplier)

		Finding unknown multiplier_start_EK2	Finding unknown multiplier_end_EK2
Finding unknown multiplier_start_EK2	r	1	0.722
	p		0.000

A statistically significant correlation was also established for geometric knowledge according to the "Correctness" indicator. The results are presented using the following table (Table № 19).

Table № 19. Results reported in non -parametric correlation analysis of alcohol by relevant correctness (finding a triangle circumference)

		EK1 (start)	EK1 (end)	EK2 (start)	EK2 (end)
Finding the perimeter of a triangle	r		0.810	1	0.792
	p		0.000		0.000

From the results presented in this way, we can draw the following conclusion that the project activities have largely influenced the improvement of this mathematical competence.

After applying Spearman's non-parametric analysis, it was concluded that a significant statistical correlation was observed at the beginning and end of the didactic experiment in the text tasks as well (Table № 20).

Table № 20. Results reported in Spearman's non-parametric correlation analysis according to the Correctness indicator (Solving a text problem and Solving a text problem in two ways).

		EK1 (start)	EK1 (end)	EK2 (start)	EK2 (end)
Solving a word problem	r	1	0.926	1	0.817
	p		0.000		0.000
Solving a word problem in two ways	r	1	0.907	1	0.818
	p		0.000		0.000

Text tasks contain a dose of creativity, which also speaks eloquently about the statistical results obtained. The improvement of these mathematical competences is largely supported by project activities, which also includes creativity, imagination and other qualities.

A significant statistical interconnection is also registered in "drawing up a numeric expression by certain data" in the two experimental classes, which is direct evidence that the knowledge is mastered sustainable and correct (Table № 21).

Table № 21. Results reported in Spearman's non-parametric correlation analysis according to the Correctness indicator (Compilation of a numerical expression based on given data)

		EK1 (start)	EK1 (end)	EK2 (start)	EK2 (end)
Compose a numerical expression from given data	r	1	0.920	1	0.763
	P		0.000		0.000

Spearman's applied non-parametric analysis on the "Awareness" indicator, when "finding an unknown multiplier"; "solving a text problem" and "composing numerical expressions based on given data" a stable relationship was established between the beginning and the end of the didactic experiment, as shown by the final statistical values. Indeed, the conscious acquisition of the mentioned mathematical competences have significantly contributed to the students and the project activities. The obtained values are reflected in tabular form (Table № 22).

Table № 22. Results reported in Spearman's non-parametric correlation analysis according to the Consciousness indicator

		EK1 (start)	EK1 (end)	EK2 (start)	EK2 (end)
Finding an unknown factor	r	1	0.765	1	0.843
	P		0.000		0.000
Solving a word problem	r	1	0.881	1	0.900
	p		0.000		0.000
Compose a numerical expression from given data	r	1	0.888	1	0.839
	P		0.000		0.000

Spearman's non-parametric correlation analysis was applied to verify the durability of mathematical competences. The obtained results are presented in the following table (Table № 23).

Table № 23. Results reported in Spearman's non-parametric correlation analysis by Durability indicator

		EK1 (start)	EK1 (end)	EK2 (start)	EK2 (end)
Subtract the numbers without borrowing	r	1	0.687	1	0.705
	p		0.001		0.001
Order of operations in a numeric expression with parentheses	r	1	0.463	1	0.877
	p		0.046		0.000
Order of operations in a numeric expression without parentheses	r	1	0.806		
	p		0.000		

The obtained values give us the reason to claim that there is a stable relationship before and after working on learning projects and "subtracting the numbers without borrowing" - for the two experimental classes, which means that the project activities to a large extent influenced the full improvement of this competence.

Next comes the competence related to "order of actions in a numerical expression without parentheses", namely: a moderate statistical correlation was found for EK1, while for EK2 a stable correlation was observed between the beginning and the end of the didactic experiment.

The non-parametric correlation indicator - Spearman's Rank Correlation Coefficient (Table № 24) was applied to verify and prove the stability of mathematical competences under the "Flexibility" indicator.

Table № 24. Results reported in Spearman's non-parametric correlation analysis according to the Flexibility indicator

		EK1 (start)	EK1 (end)	EK2 (start)	EK2 (end)
Finding the perimeter of a triangle	r	1	0.951	1	0.730
	P		0.000		0.000

In the control classes, no significant changes were found regarding the improvement of mathematical competences at the beginning and at the end of the experimental training.

To check and prove the sustainability of mathematical competences under the "Correctness" indicator, the non-parametric correlation indicator - Spearman's rank correlation coefficient was applied, where significant statistical differences are proven, since the level of significance is less than $p < 0.001$. Significant statistical differences were also reported for the other indicators: **"Durability"**, **"Awareness"** and **"Flexibility"**.

From the obtained results, we can draw the following conclusion: The project activities have a positive impact on the qualitative improvement of mathematical competences, as knowledge is learned correctly, consciously and permanently.

CONCLUSIONS

1. The studied and systematized literature on the developed problem of mathematical competence, as well as the successfully conducted didactic experiment based on the project method, give full reason to say that project-based learning contributes significantly to improving the mathematical competence of third-grade students.

2. With the help of project-based learning, not only mathematical competences are improved, but students' teamwork skills are built.

3. The project-based learning activities direct the attention of the participants to a deeper and lasting assimilation of mathematical competences.

4. Project-based learning activities also contribute to overcoming the difficulties that students encounter during the learning process through teamwork, which enables mutual assistance.

5. Project-based learning creates conditions for the development of students' creativity and imagination

6. The implementation of project activities significantly increases academic achievement in mathematics in the third grade.

RECOMMENDATIONS

As a result of the theoretical-empirical research, the following recommendations can be made:

1. In the mathematics curriculum, provide hours in which students have the opportunity to work on learning projects, since in primary school it is increasingly observed that in mathematics lessons, special attention is not paid to team work, and training is based on the traditional individual form.

2. The interest in project-based learning on the part of both teachers and students shows that it is desirable to include more tasks in textbooks and teaching aids, through which, in addition to the theoretical level, the acquired knowledge and skills can also be applied to practical level ie to enable young researchers to propose more ideas, as well as to exchange their ideas with their peers and to enrich their intellectual potential through the realization of projects that are aligned with the learning topics included in the mathematics curriculum.

3. It would be a good practice if the books for the teacher have instructions for conducting and realizing a project-based learning activity in mathematics lessons in the elementary stage. In this way, the mathematical competences of elementary school students would be improved.

SCIENTIFIC CONTRIBUTIONS

The contribution moments have a theoretical and applied orientation. They are expressed in the following:

1. A didactic model of the project learning activity in mathematics was built and experimentally verified.

2. A system of learning projects related to the mathematics content for the third grade was developed and tested, where arithmetic, geometric, algebraic knowledge, word problems and named numbers are applied.

3. A system of exercises for diagnosing the mathematical competence of third-grade students with specific evaluation criteria is proposed.

4. A system of criteria and indicators for evaluating the products of the students' activities (the project cards) has been built.

5. The influence of the project learning activity on the mathematical competence of third grade students and their reflection is established. The effectiveness of the proposed didactic author model has been proven.

PUBLICATIONS ON THE SUBJECT OF THE DISSERTATION PAPER

1. Arsov, V. (2021) General characteristics of project learning activity in primary grades. SB: Contemporary orientations and problems of pre-school and elementary education. Materials II All-Russian scientific and practical conference with international participation, Barnaul - Lipetsk, April 20, with 176-182, ISBN 978-5-88210-992-8.
2. Arsov, V. (2021) The project learning activity in the mathematics lesson in primary school. SB: International scientific conference "Education without borders - realities and perspectives" November 26 and 27. "Neofit Rilski" University Publishing House, Blagoevgrad, village ISBN 978-954-00-0306-1.
3. Arsov, V. (2022) Characteristic features of the project teaching activity in mathematics in third grade. СБ: Гносеологические основы образования. Материалы VI международной конференции, посвященной памяти профессора С. П. Боранова и 10 – летию кафедры дошкольного и начального образования ЛГПУ имени П. П. Семенова – Тянь-Шанского , Липецк 2022, с. 167-173 ISBN 978-5-907461-65-9.
4. Arsov, V. (2023) Diagnosing the mathematical competencies of third grade students. СБ. Гносеологические основы образования. Материалы международного научного форума, посвященной памяти профессора С. П. Боранова, Липецк, с. 150-156, ISBN 978-5-907655-75-1.
5. Arsov, V. (2023) The reflexive attitude of students towards the project activity in mathematics. Multidisciplinary Journal Of Science, Education And Art, ISSN 133-5236, p.150-154.
6. Arsov, V. (2024) The project learning activity in mathematics lessons in the third grade. SB: Epistemological foundations of education. Materials of the II international scientific forum dedicated to the memory of Professor S. P. Boranova, Lipetsk 2024 - ISBN 978-5-907792-24-1