

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Семеніхіна О.В. Впровадження моделі формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань: теоретичний критерій // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 3(9). – С. 95-108.

Semenikhina O.V. Implementation of the model of professional readiness formation of the future teachers of mathematics to use computer visualization of mathematical knowledge: theoretical criterion// Physical and Mathematical Education : scientific journal. – 2016. – Issue 3(9). – P. 95-108.

УДК 378.14: 46:[004.78:51]

О.В. Семеніхіна

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, Україна

**ВПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ
 МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ
 МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАНЬ: ТЕОРЕТИЧНИЙ КРИТЕРІЙ**

Проблема інтенсифікації навчання одним із розв'язків передбачає використання ідей візуалізації знань, про які йдеться у [1;2]. Нами зосереджена увага на питаннях формування готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань (ЗКВМЗ), про яку зазначено у [3] і під якою ми розуміємо інтегративне утворення особистості (майбутнього вчителя математики), яке характеризується активністю й рефлексією щодо використання ЗКВМЗ у навчанні математики і забезпечує вмотивоване і усвідомлене виконання на базі інструментарію ЗКВМЗ типових навчальних та професійних завдань. Серед ЗКВМЗ нами було виокремлено програми динамічної математики (ПДМ) - засоби комп'ютерної візуалізації математичних знань, які передбачають динамічне оперування різними математичними об'єктами і можливість оперативного одержання відомостей про їх властивості.

Серед основних компонентів такої готовності виділено когнітивний компонент, який охарактеризовано нами теоретичним критерієм із показниками «Повнота знань про інструментарій ЗКВМЗ» (визначається кількістю всіх знань про досліджуваний об'єкт, передбачених програмою, коротко К1:«Повнота»), «Грунтовність знань про інструментарій ЗКВМЗ» (число усвідомлених зв'язків даного знання з іншими, коротко К2:«Грунтовність») і «Системність знань про інструментарій ЗКВМЗ» (усвідомлення складу деякої сукупності знань, їх ієрархії і послідовності, тобто усвідомлення одних знань як базових для інших, коротко К3:«Системність»).

Обрані методики оцінки теоретичного критерію сформованості когнітивного компоненту готовності передбачали:

- тестові завдання на картках відкритої форми (заповнення таблиць) для перевірки знань про інструментарій ПДМ, де фіксувалися окремо кількість правильних відповідей (повнота знань) і помилок (грунтовність знань) та оцінка середнього балу за критерієм Стьюдента (показники К1 і К2);
- пізнавальні завдання на доцільний вибір ПДМ та оцінка середнього балу за критерієм Стьюдента (показник К3);

Для визначення повноти знань про інструментарій ПДМ використовувалися тест-картки на заповнення таблиць про наявність окремих інструментів у різних ПДМ (табл.1). Кожна правильна позначка оцінювалася в 1 бал.

Таблиця 1

Таблиця наявності окремих інструментів у різних ПДМ

Інструмент, доступний з панелі або меню		Gran 1	Gran2D	Gran3D	GeoGebra 5.0	МК
1.	Побудова точки, прямої, променя, відрізка, кола	-	+	-	+	+
2.	Побудова дуги	-	+	-	+	+
3.	Побудова сектора, сегмента	-	-	-	+	+
4.	Побудова середини відрізка, бісектриси	-	+	-	+	+
5.	Поділ відрізка або кута на рівні частини	-	-	-	-	+
6.	Побудова перпендикуляра чи паралельної прямої	-	+	-	+	+
7.	Побудова многокутника	-	±	-	+	+
8.	Визначення довжини, кута, площі	-	+	+	+	+
9.	Побудова симетричної точки	-	+	-	+	-
10.	Побудова дотичної до кривої	-	±	-	+	+
11.	Побудова графіка функції, заданої явно і неявно	+	-	+	+	+
12.	Побудова графіка функції, заданої параметрично	+	-	-	+	+
13.	Перетворення графіків функцій	-	-	-	-	+
14.	Дії над множинами	-	-	-	-	+
15.	Побудова інтерполяційного полінома	+	+	-	+	+
16.	Побудова многогранників	-	-	+	+	-
17.	Керування просторовими об'єктами	-	-	±	+	-
18.	Побудова площини, півплощини, виділення грані многогранника, побудова циліндра, конуса, сфери	-	-	±	±	-
19.	Обчислення інтегралів, розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем	+	-	±	±	-
20.	Статистичне опрацювання результатів	+	-	-	+	-

Розподіл балів за рівнями сформованості готовності до використання ПДМ за показником K1 теоретичного критерію наведена у табл. 2.

Таблиця 2

Шкала оцінки рівня оволодіння студентами професійно орієнтованими знаннями про інструментарій ПДМ

Рівень	Сума балів
Пасивний	0-59
Елементарний	60-73
Усвідомлений	74-89
Активний	90-100

Другим показником сформованості готовності використовувати ПДМ майбутніми вчителями математики за когнітивним критерієм визначено ґрунтовність знань про інструментарій ПДМ, яка визначалася нами через кількість помилок, допущених при заповненні тієї ж тест-картки, а бали студента визначалися за формулою:

$$\langle \text{Кількість_балів} = 100 - \text{Кількість_помилки} \rangle$$

Розподіл балів за рівнями сформованості готовності до використання ПДМ за показником K2 теоретичного критерію наведений у табл. 2. (правила розподілу показників K1 і K2 однакові)

Третім показником сформованості готовності використовувати ПДМ майбутніми вчителями математики за теоретичним критерієм виступала їх системність, що ототожнювалося нами з умінням студентами зробити доцільний вибір ПДМ при розв'язуванні конкретної математичної задачі.

З огляду на те, що такі уміння формуються протягом вивчення спецкурсу, статистична оцінка результатів навчання могла здійснюватися на основі непараметричного знакового критерію для залежних вибірок. Ми вивчали питання: «Чи сприяє спецкурс формуванню умінь раціонально обирати продукт серії

ПДМ у контексті розв'язування конкретної математичної задачі шкільного курсу математики», для чого у спецкурсі було передбачено проведення двох контрольних робіт – у середині і наприкінці семестру. На цих заняттях нами пропонувалися п'ять задач (задачі для кожного студента різнилися тільки числовими даними). Наприкінці семестру склалися порівняльні таблиці, де фіксувалася динаміка результатів і за правилом прийняття рішення підтверджувалася чи відхилялася гіпотеза про сформованість таких умінь. Більш детально про це йдеться у роботі [4].

Розподіл балів за рівнями сформованості готовності за показником К3 теоретичного критерію у відповідності до кількості розв'язаних задач представлений у табл. 3.

Таблиця 3

Розподіл балів за рівнями сформованості готовності за показником К3 теоретичного критерію

Рівень	Кількість правильно розв'язаних задач	Сума балів
Пасивний	0	0
Елементарний	1-2	1
Усвідомлений	3-4	2
Активний	5	3

Нижче наведемо результати експериментального навчання.

Так, у таблиці 4 та на рис.1 представлено абсолютні та відносні оцінки показника «Повнота» за експериментальними і контрольною групами (ЕГ-1, ЕГ-2, ЕГ-3 і КГ відповідно).

Таблиця 4

Динаміка рівнів сформованості готовності за теоретичним критерієм. Показник «Повнота»

Показник К1	Групи	ЕГ-1	ЕГ-2	ЕГ-3	КГ
Рівні	Загалом	146	142	139	141
Пасивний рівень	до (студ.)	61	55	51	63
	до (%)	41,78%	38,73%	35,92%	44,37%
	після (студ.)	35	30	39	37
	після (%)	23,97%	21,13%	27,46%	26,06%
	приріст (%)	-17,81%	-17,61%	-8,45%	-18,31%
Елементарний рівень	до (студ.)	43	39	41	36
	до (%)	30,28%	27,46%	29,50%	25,53%
	після (студ.)	42	38	42	52
	після (%)	28,77%	26,76%	30,22%	36,88%
	приріст (%)	-1,51%	-0,70%	0,72%	11,35%
Усвідомлений рівень	до (студ.)	34	38	36	35
	до (%)	23,29%	26,76%	25,90%	24,82%
	після (студ.)	49	55	41	38
	після (%)	33,56%	38,73%	29,50%	26,95%
	приріст (%)	10,27%	11,97%	3,60%	2,13%
Активний рівень	до (студ.)	8	10	11	7
	до (%)	5,48%	7,04%	7,91%	4,96%
	після (студ.)	20	19	17	14
	після (%)	13,70%	13,38%	12,23%	9,93%
	приріст (%)	8,22%	6,34%	4,32%	4,96%

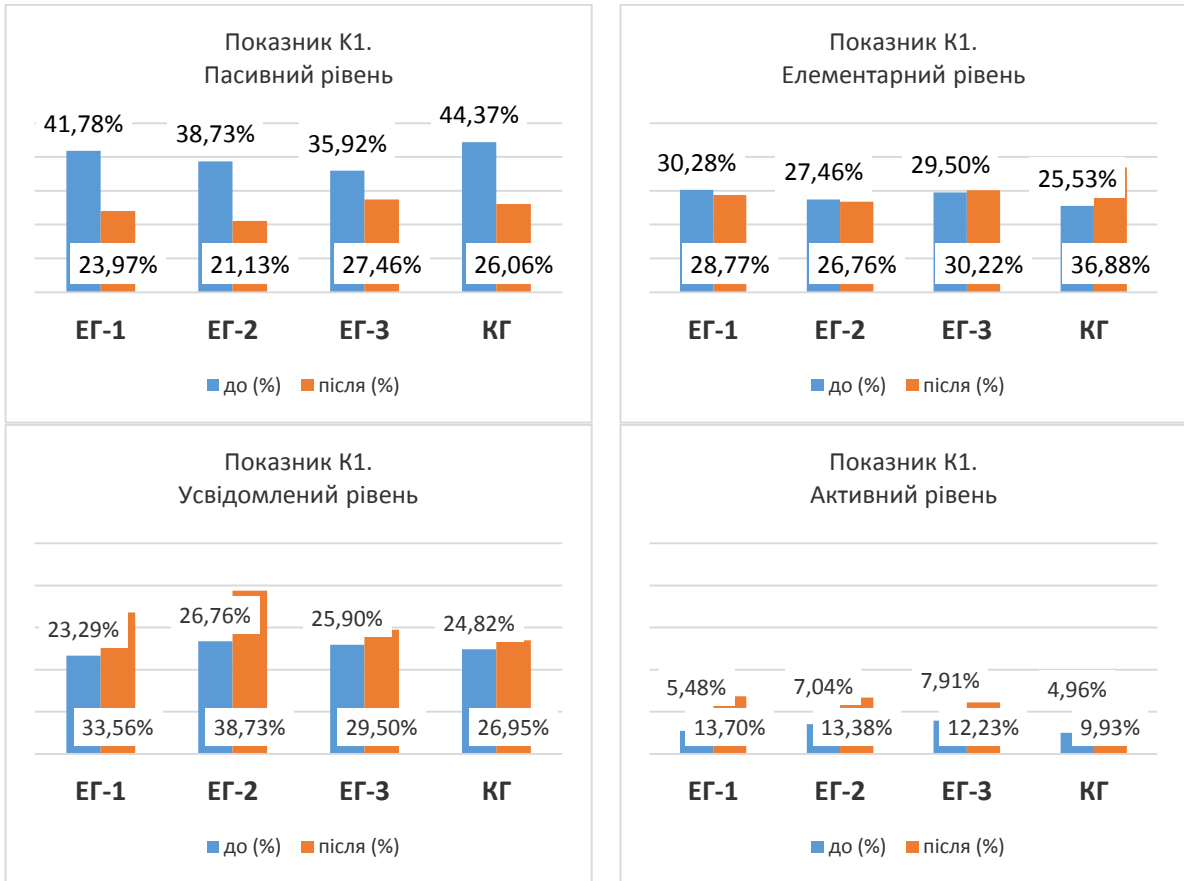


Рис. 1. Розподіл рівнів сформованості готовності за показником K1: «Повнота»

Завершення педагогічного експерименту у частині моніторингу показника «Повнота» продемонструвало такі тенденції (рис. 2):

кількість студентів з *активним рівнем* збільшилася в контрольній групі на 4,96%, а в експериментальних групах EG-1, EG-2, EG-3 – на 8,22%, 6,34%, 4,32% відповідно;

кількість студентів з *усвідомленим рівнем мотивації* збільшилася в контрольній групі на 2,13%, у експериментальних групах – на 10,27%, 11,97%, 3,60%;

кількість студентів з *елементарним рівнем* зменшилася в EG-1 та EG-2 на 1,51% та 0,70% відповідно і збільшилася у EG-3 та КГ на 0,72% та 11,35% відповідно;

кількість студентів з *пасивним рівнем* готовності за показником K1 зменшилася в усіх групах, причому у КГ на 18,31%, у EG-1 – на 17,81%, у EG-2 – на 17,61%, у EG-3 – на 8,45%.

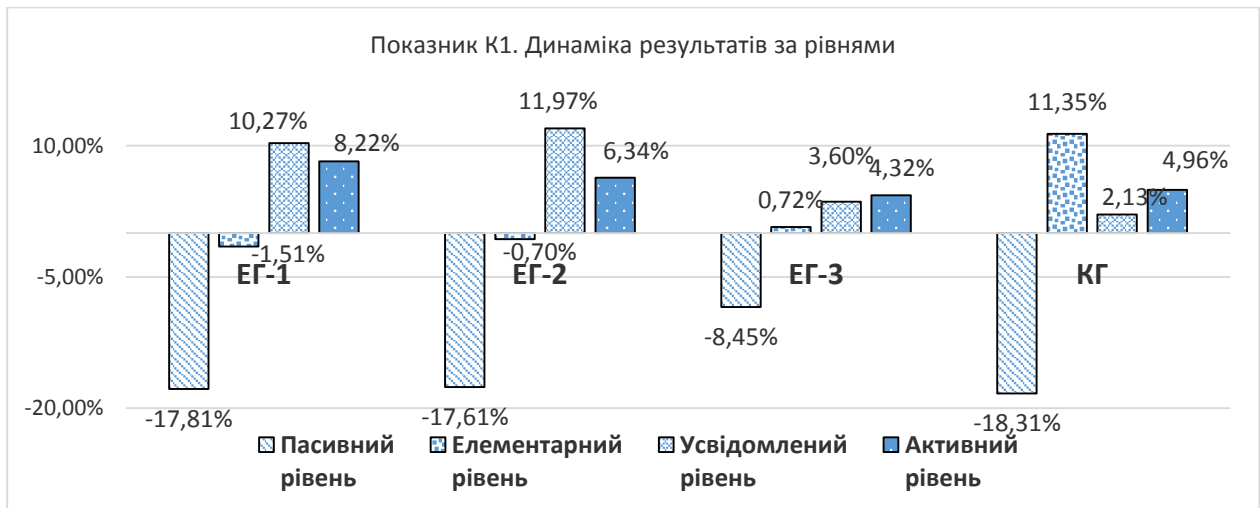


Рис. 2. Динаміка змін рівнів готовності за показником K1: «Повнота»

Таким чином, порівняльний аналіз рівнів сформованості професійної готовності за показником «Повнота» теоретичного критерію на початку та в кінці педагогічного експерименту свідчить про позитивний приріст даного показника як у експериментальній, так і в контрольній групах.

У таблиці 5 та на рис. 3 подані абсолютні та відносні результати показника «Грунтовність» теоретичного критерію по експериментальній і контрольній групам для різних рівнів сформованості готовності.

Таблиця 5

Динаміка рівнів сформованості готовності за теоретичним критерієм. Показник «Грунтовність»

Показник K2	Групи	ЕГ-1	ЕГ-2	ЕГ-3	КГ
Рівні	Загалом	146	142	135	141
Пасивний рівень	до (студ.)	59	55	48	59
	до (%)	40,41%	38,73%	33,80%	41,55%
	після (студ.)	37	32	36	43
	після (%)	25,34%	22,54%	25,35%	30,28%
	приріст (%)	-15,07%	-16,20%	-8,45%	-11,27%
Елементарний рівень	до (студ.)	41	38	42	38
	до (%)	28,08%	26,76%	31,11%	26,95%
	після (студ.)	46	51	49	49
	після (%)	31,51%	35,92%	36,30%	34,75%
	приріст (%)	3,42%	9,15%	5,19%	7,80%
Усвідомлений рівень	до (студ.)	36	38	36	35
	до (%)	24,66%	26,76%	26,67%	24,82%
	після (студ.)	42	41	39	38
	після (%)	28,77%	28,87%	28,89%	26,95%
	приріст (%)	4,11%	2,11%	2,22%	2,13%
Активний рівень	до (студ.)	10	11	9	9
	до (%)	6,85%	7,75%	6,67%	6,38%
	після (студ.)	21	18	11	11
	після (%)	14,38%	12,68%	8,15%	7,80%
	приріст (%)	7,53%	4,93%	1,48%	1,42%

Завершення педагогічного експерименту у частині моніторингу показника «Грунтовність» продемонструвало такі тенденції (рис.4):

кількість студентів з *активним рівнем* збільшилася в контрольній групі на 1,42%, а в експериментальних групах ЕГ-1, ЕГ-2, ЕГ-3 – на 7,53%, 4,93%, 1,48% відповідно;

кількість студентів з *усвідомленим рівнем мотивації* збільшилася в контрольній групі на 2,13%, у експериментальних групах – на 4,11%, 2,11%, 2,22%;

кількість студентів з *елементарним рівнем* збільшилася в усіх групах, зокрема у КГ – на 7,80%, у ЕГ-1 – на 3,42%, у ЕГ-2 – на 9,15%, у ЕГ-3 – на 5,19%;

кількість студентів з *пасивним рівнем* готовності за показником K2 зменшилася в усіх групах, причому у КГ на 11,27%, у ЕГ-1 – на 15,07%, у ЕГ-2 – на 16,20%, у ЕГ-3 – на 8,45%.

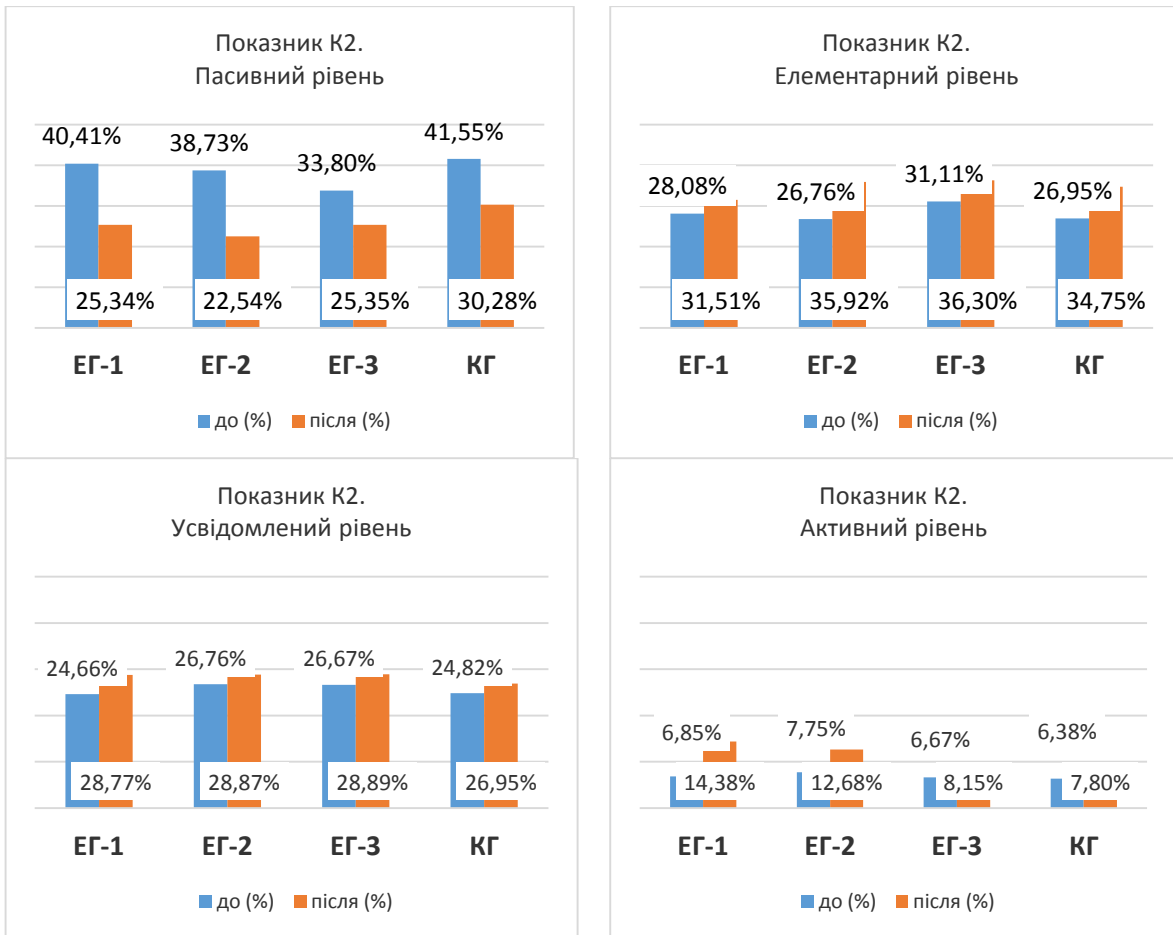


Рис. 3. Розподіл рівнів сформованості готовності за показником К2: «Грунтовність»

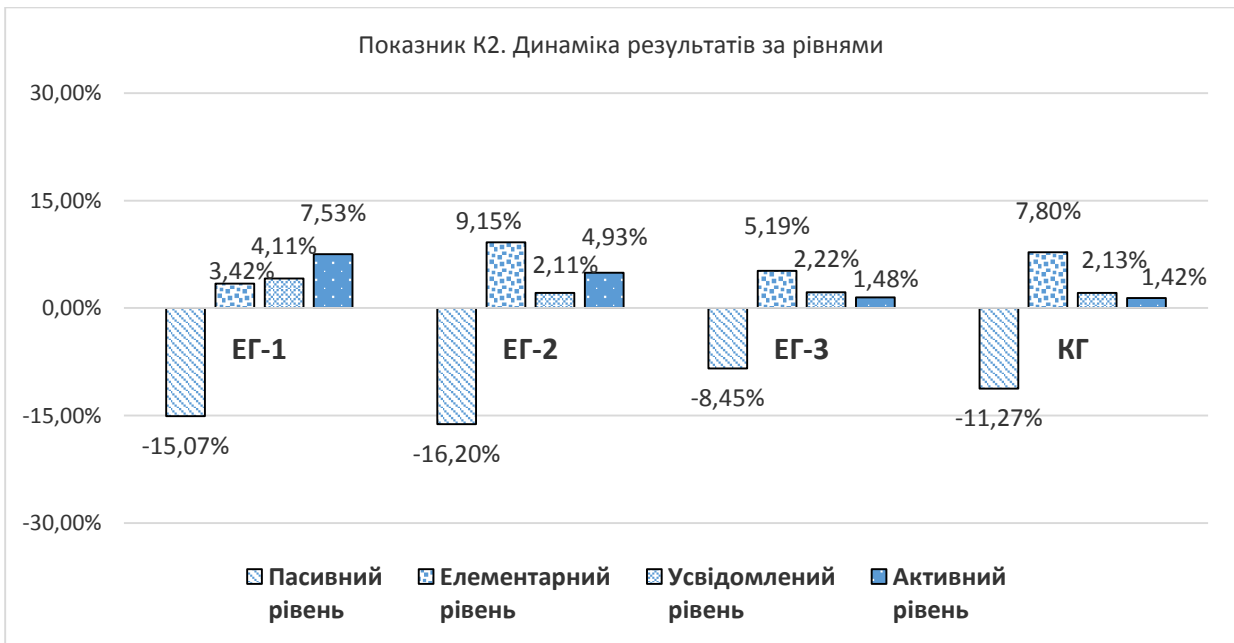


Рис. 4. Динаміка змін рівнів готовності за показником К2: «Грунтовність»

Таким чином, порівняльний аналіз рівнів сформованості професійної готовності за показником «Грунтовність» когнітивного критерію на початку та в кінці педагогічного експерименту свідчить про позитивний приріст даного показника у ЕГ і КГ.

У таблиці 6 та рис.5 подані абсолютні та відносні результати показника «Системність» теоретичного критерію по експериментальних і контрольній групам для різних рівнів сформованості готовності.

Таблиця 6

Динаміка рівнів сформованості готовності за теоретичним критерієм.

Показник КЗ: «Системність»

Показник КЗ	Групи	ЕГ-1	ЕГ-2	ЕГ-3	КГ
Рівні	Загалом	146	142	135	141
Пасивний рівень	до (студ.)	53	59	49	62
	до (%)	36,30%	41,55%	34,51%	43,66%
	після (студ.)	43	38	39	44
	після (%)	29,45%	26,76%	27,46%	30,99%
	приріст (%)	-6,85%	-14,79%	-7,04%	-12,68%
Елементарний рівень	до (студ.)	43	37	43	37
	до (%)	29,45%	26,06%	31,85%	26,24%
	після (студ.)	44	51	51	53
	після (%)	30,14%	35,92%	37,78%	37,59%
	приріст (%)	0,68%	9,86%	5,93%	11,35%
Усвідомлений рівень	до (студ.)	37	38	33	35
	до (%)	25,34%	26,76%	24,44%	24,82%
	після (студ.)	42	42	34	36
	після (%)	28,77%	29,58%	25,19%	25,53%
	приріст (%)	3,42%	2,82%	0,74%	0,71%
Активний рівень	до (студ.)	13	8	10	7
	до (%)	8,90%	5,63%	7,41%	4,96%
	після (студ.)	17	11	11	8
	після (%)	11,64%	7,75%	8,15%	5,67%
	приріст (%)	2,74%	2,11%	0,74%	0,71%

Завершення педагогічного експерименту у частині моніторингу показника «Системність» продемонструвало такі тенденції (рис.6):

кількість студентів з *активним рівнем* готовності за показником КЗ збільшилася в усіх групах, причому у КГ на 0,71%, у ЕГ-1 – на 2,74%, у ЕГ-2 – на 2,11%, у ЕГ-3 – на 0,74%;

кількість студентів з *усвідомленим рівнем мотивації* збільшилася в контрольній групі на 0,71%, у експериментальних групах ЕГ-1, ЕГ-2, ЕГ-3 – на 3,42%, 2,82%, 0,74% відповідно;

кількість студентів з *елементарним рівнем* збільшилася в контрольній групі на 11,35%, у експериментальних групах – на 0,68%, 9,86%, 5,93% відповідно;

кількість студентів з *пасивним рівнем* зменшилася в усіх групах, причому у КГ на 12,68%, у ЕГ-1 – на 6,85%, у ЕГ-2 – на 14,79%, у ЕГ-3 – на 7,04%.

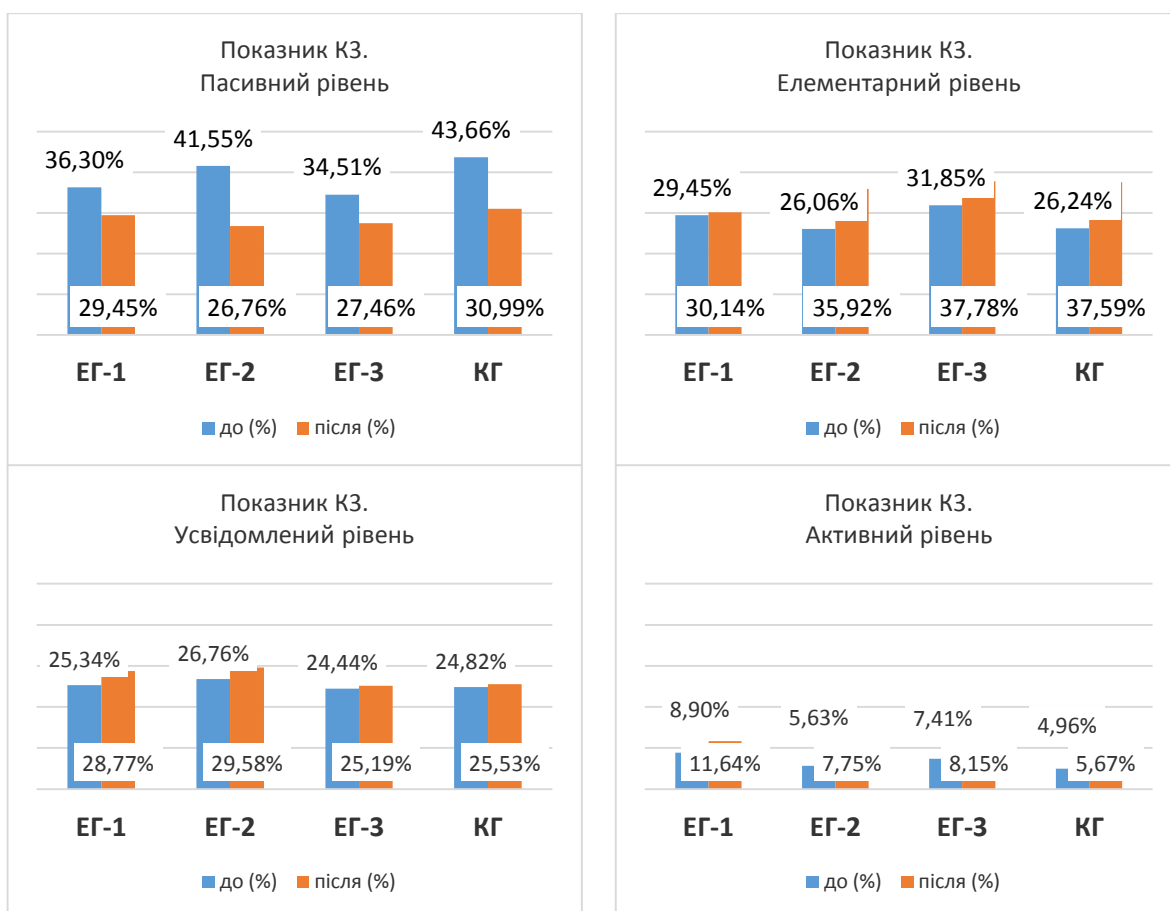


Рис. 5. Розподіл рівнів сформованості готовності майбутніх вчителів математики до використання ЗКВМЗ за показником К3: «Системність»

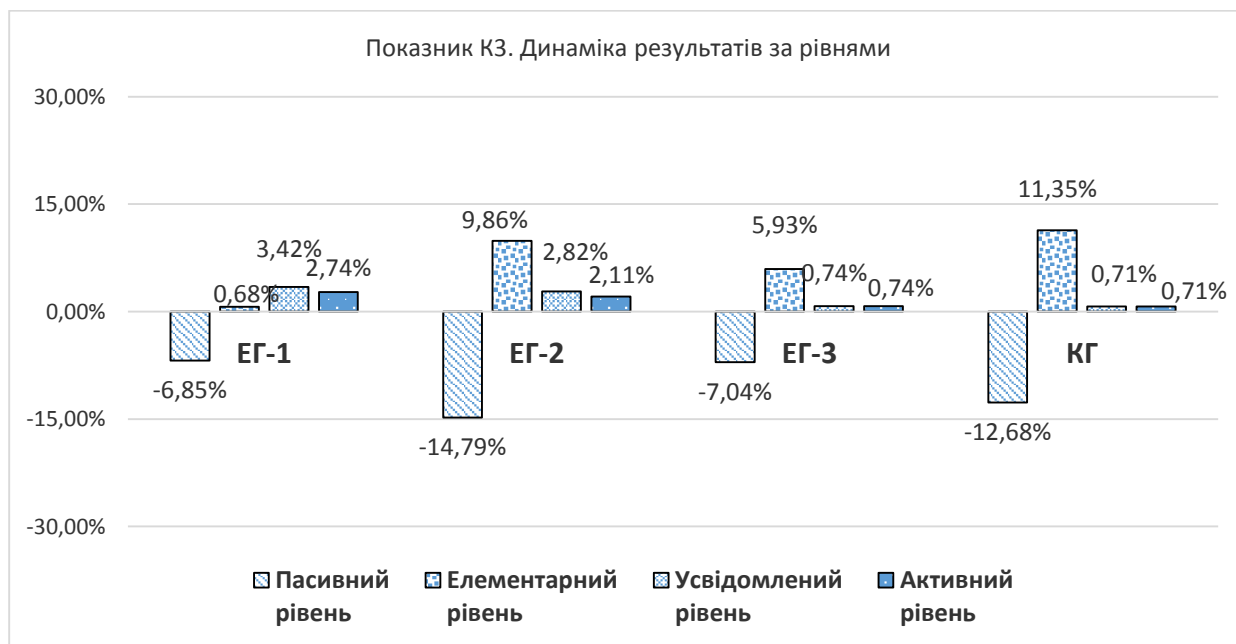


Рис. 6. Динаміка змін рівнів готовності за показником К3: «Системність»

Оцінка середніх за показниками К1: «Повнота», К2: «Грунтовність» і К3: «Системність» проводилася подібно до оцінки середніх за показниками мотиваційного критерію у середовищі табличного процесора з використанням критерію Стюдента. [5]

Результати по показнику К1 представлені у таблицях 7-10.

Таблиця 7

Оцінка середніх для показника K1 теоретичного критерію по групах ЕГ-1 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-1 до	КГ до	ЕГ-1 після	КГ після
Середнє	56,09589	55,106383	66,568493	60,960993
Кількість	146	141	146	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	0,3499456		2,1334097	
t критиче двостороннє	1,9683521		1,9683225	

Такий аналіз для показника K1 груп ЕГ-1 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{\text{статистичне}} = 0,3499456 < t_{\text{критичне}} = 1,9683521$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 66,568493 у ЕГ-1 проти 60,960993 у КГ, оскільки

$$t_{\text{статистичне}} = 2,1334097 > t_{\text{критичне}} = 1,9683225).$$

Таблиця 8

Оцінка середніх для показника K1 теоретичного критерію по групах ЕГ-2 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-2 до	КГ до	ЕГ-2 після	КГ після
Середнє	58,190141	55,106383	68,306338	60,960993
Кількість	142	141	142	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	1,0747705		2,8221895	
t критиче двостороннє	1,968442		1,968442	

Такий аналіз для показника K1 груп ЕГ-2 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{\text{статистичне}} = 1,0747705 < t_{\text{критичне}} = 1,968442$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 68,306338 у ЕГ-2 проти 60,960993 у КГ, оскільки

$$t_{\text{статистичне}} = 2,8221895 > t_{\text{критичне}} = 1,968442).$$

Таблиця 9

Оцінка середніх для показника K1 теоретичного критерію по групах ЕГ-3 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-3 до	КГ до	ЕГ-3 після	КГ після
Середнє	58,796296	55,106383	61,2	60,960993
Кількість	135	141	135	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	1,2766285		0,088727	
t критиче двостороннє	1,9686596		1,9687563	

Такий аналіз для показника K1 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок груп ЕГ-3 і КГ на початку експерименту та наприкінці, оскільки $t_{\text{статистичне}} = 1,2766285 < t_{\text{критичне}} = 1,9686596$) і $t_{\text{статистичне}} = 0,088727 < t_{\text{критичне}} = 1,9687563$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника K1 по рівнях у групах ЕГ-3 і КГ статистично однаковими.

Таблиця 10

Оцінка середніх для показника K1 теоретичного критерію по групах ЕГ-1 і ЕГ-2

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-1 до	ЕГ-2 до	ЕГ-1 після	ЕГ-2 після
Середнє	56,09589	58,190141	66,568493	68,306338
Кількість	146	142	146	142
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	-0,741819		-0,65833	
t критиче двостороннє	1,9683225		1,9682932	

Такий аналіз для показника K1 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність)

вибірок груп ЕГ-1 і ЕГ-2 на початку експерименту та наприкінці, оскільки $t_{\text{статистичне}} = -0,741819 < t_{\text{критичне}} = 1,9683225$) і $t_{\text{статистичне}} = -0,65833 < t_{\text{критичне}} = 1,9682932$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника К1 по рівнях у групах ЕГ-1 і ЕГ-2 статистично однаковими.

Розрахунки оцінки середніх за показником К2 наведені у таблицях 11-14.

Таблиця 11

Оцінка середніх для показника К2 теоретичного критерію по групах ЕГ-1 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-1 до	КГ до	ЕГ-1 після	КГ після
Середнє	1,6267123	1,5921986	2,359589	1,7907801
Кількість	146	141	146	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	0,1768425		2,822637	
t критиче двостороннє	1,9683225		1,9683521	

Такий аналіз для показника К2 груп ЕГ-1 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{\text{статистичне}} = 0,1768425 < t_{\text{критичне}} = 1,9683225$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 2,359589 у ЕГ-1 проти 1,7907801 у КГ, оскільки

$t_{\text{статистичне}} = 2,822637 > t_{\text{критичне}} = 1,9683521$).

Таблиця 12

Оцінка середніх для показника К2 теоретичного критерію по групах ЕГ-2 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-2 до	КГ до	ЕГ-2 після	КГ після
Середнє	1,7253521	1,5921986	1,9471831	1,7907801
Кількість	142	141	142	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	0,6701056		0,8005077	
t критиче двостороннє	1,968442		1,968442	

Такий аналіз для показника К2 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок груп ЕГ-2 і КГ на початку експерименту та наприкінці, оскільки $t_{\text{статистичне}} = 0,6701056 < t_{\text{критичне}} = 1,968442$) і $t_{\text{статистичне}} = 0,8005077 < t_{\text{критичне}} = 1,968442$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника К2 по рівнях у групах ЕГ-2 і КГ статистично однаковими.

Таблиця 13

Оцінка середніх для показника К2 теоретичного критерію по групах ЕГ-3 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-3 до	КГ до	ЕГ-3 після	КГ після
Середнє	1,7333333	1,5921986	1,962963	1,7907801
Кількість	135	141	135	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	0,7150296		0,883255	
t критиче двостороннє	1,9686596		1,9686596	

Такий аналіз для показника К2 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок груп ЕГ-3 і КГ на початку експерименту та наприкінці, оскільки $t_{\text{статистичне}} = 0,7150296 < t_{\text{критичне}} = 1,9686596$) і $t_{\text{статистичне}} = 0,883255 < t_{\text{критичне}} = 1,9686596$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника К2 по рівнях у групах ЕГ-3 і КГ статистично однаковими.

Таблиця 14

Оцінка середніх для показника K2 теоретичного критерію по групах ЕГ-1 і ЕГ-2

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-1 до	ЕГ-2 до	ЕГ-1 після	ЕГ-2 після
Середнє	1,6267123	1,7253521	2,359589	1,9471831
Кількість	146	142	146	142
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	-0,500183		2,0447448	
t критиче двостороннє	1,9683225		1,9683225	

Такий аналіз для показника K2 груп ЕГ-1 і ЕГ-2 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{\text{статистичне}} = -0,500183 < t_{\text{критичне}} = 1,9683225$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 2,359589 у ЕГ-1 проти 1,9471831 у ЕГ-2, оскільки

$$t_{\text{статистичне}} = 2,0447448 > t_{\text{критичне}} = 1,9683225.$$

Розрахунки оцінки середніх за показником K3 наведені у таблицях 15-18.

Таблиця 15

Оцінка середніх для показника K3 теоретичного критерію по групах ЕГ-1 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-1 до	КГ до	ЕГ-1 після	КГ після
Середнє	1,0684932	0,9078014	1,2260274	0,9609929
Кількість	146	141	146	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	1,4122495		2,42011	
t критиче двостороннє	1,9683225		1,9684724	

Такий аналіз для показника K3 груп ЕГ-1 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{\text{статистичне}} = 1,4122495 < t_{\text{критичне}} = 1,9683225$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 1,2260274 у ЕГ-1 проти 0,9609929 у КГ, оскільки

$$t_{\text{статистичне}} = 2,42011 > t_{\text{критичне}} = 1,9684724.$$

Таблиця 16

Оцінка середніх для показника K3 теоретичного критерію по групах ЕГ-2 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-2 до	КГ до	ЕГ-2 після	КГ після
Середнє	0,9647887	0,9078014	1,1830986	0,9609929
Кількість	142	141	142	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	0,5055668		2,1106327	
t критиче двостороннє	1,968442		1,9684724	

Такий аналіз для показника K3 груп ЕГ-2 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{\text{статистичне}} = 0,5055668 < t_{\text{критичне}} = 1,968442$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 1,1830986 у ЕГ-2 проти 0,9609929 у КГ, оскільки

$$t_{\text{статистичне}} = 2,1106327 > t_{\text{критичне}} = 1,9684724.$$

Таблиця 17

Оцінка середніх для показника K3 теоретичного критерію по групах ЕГ-3 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-3 до	КГ до	ЕГ-3 після	КГ після
Середнє	1,0296296	0,9078014	1,1259259	0,9609929
Кількість	135	141	135	141
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	1,06813		1,5401772	
t критиче двостороннє	1,9686916		1,9688219	

Такий аналіз для показника K3 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність)

вибірок груп ЕГ-3 і КГ на початку експерименту та наприкінці, оскільки $t_{\text{статистичне}} = 1,06813 < t_{\text{критичне}} = 1,9682916$) і $t_{\text{статистичне}} = 1,5401772 < t_{\text{критичне}} = 1,9688219$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника К3 по рівнях у групах ЕГ-3 і КГ статистично однаковими.

Таблиця 18

Оцінка середніх для показника К3 теоретичного критерію по групах ЕГ-1 і ЕГ-2

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	ЕГ-1 до	ЕГ-2 до	ЕГ-1 після	ЕГ-2 після
Середнє	1,0684932	0,9647887	1,2260274	1,1830986
Кількість	146	142	146	142
Різниця середніх гіпотези H_0	0		0	
t-статистика (експериментальне)	0,9057458		0,3789924	
t критичне двостороннє	1,9682932		1,9683225	

Такий аналіз для показника К3 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок груп ЕГ-1 і ЕГ-2 на початку експерименту та наприкінці, оскільки $t_{\text{статистичне}} = 0,9057458 < t_{\text{критичне}} = 1,9682932$) і $t_{\text{статистичне}} = 0,3789924 < t_{\text{критичне}} = 1,9683225$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника К3 по рівнях у групах ЕГ-1 і ЕГ-2 статистично однаковими.

Таким чином, наприкінці педагогічного експерименту між показниками оволодіння майбутніми вчителями математики у експериментальних групах ЕГ-1, ЕГ-2 та групі КГ спостерігалася статистично достовірною різниця. Це означає, що ефективним для теоретичного критерію виявилися збільшення кількості курсових проектів на базі ЗКВМЗ, використання авторських методичних матеріалів, запровадження організаційно-педагогічної моделі формування професійної готовності, вивчення авторського спецкурсу: приріст по середніх складає для групи ЕГ-1 – 0,2 бала; для групи ЕГ-2 – 0,2 бала; для групи ЕГ-3 – 0,1 бала; для групи КГ – 0,0 бала.

Динаміку змін за рівнями узагальнено у таблиці 19.

Таблиця 19

Динаміка змін за рівнями для теоретичного критерію

Критерії та показники	ЕГ-1	ЕГ-2	ЕГ-3	КГ
<i>Повнота знань (кількість знань про досліджуваний об'єкт, показник К1)</i>				
• вичерпна - активний рівень	8,22%	6,34%	4,32%	4,96%
• задовільна - усвідомлений рівень	10,27%	11,97%	3,60%	2,13%
• фрагментарна - елементарний рівень	-1,51%	-0,70%	0,72%	11,35%
• відсутня - пасивний рівень	-17,81%	-17,61%	-8,45%	-18,31%
<i>Грунтовність знань (коректність знань про інструментарій ЗКВМЗ, показник К2)</i>				
• вичерпна - активний рівень	7,53%	4,93%	1,48%	1,42%
• задовільна - усвідомлений рівень	4,11%	2,11%	2,22%	2,13%
• фрагментарна - елементарний рівень	3,42%	9,15%	5,19%	7,80%
• відсутня - пасивний рівень	-15,07%	-16,20%	-8,45%	-11,27%
<i>Системність знань (якість знань про досліджуваний об'єкт, показник К3)</i>				
• вичерпна - активний рівень	2,74%	2,11%	0,74%	0,71%
• задовільна - усвідомлений рівень	3,42%	2,82%	0,74%	0,71%
• фрагментарна - елементарний рівень	0,68%	9,86%	5,93%	11,35%
• недостатня - пасивний рівень	-6,85%	-14,79%	-7,04%	-12,68%

Додатково варто констатувати наступне.

1. З огляду на те, що кількість ПДМ у світі зростає, їх версії оновлюються через додавання нових математичних інструментів, перед вчителями математики часто постає проблема раціонального вибору однієї ПДМ серед розмаїття інших. Вирішення цієї проблеми, з одного боку, спонукає працюючих вчителів знайомитися з такими засобами на курсах підвищення кваліфікації або самостійно, а, з іншого, вимагає перегляду робочих програм тих курсів, які зорієнтовані на вивчення шляхів використання комп'ютера на уроках математики. Проведене педагогічне дослідження дає підґрунтя стверджувати, що організацію такого спецкурсу доцільно здійснювати за формулою «одна задача – різні ПДМ», що у свою чергу вимагає під час підготовки вчителів математики вивчення кількох ПДМ одночасно. Урахування такого підходу

забезпечує позитивну динаміку рівня підготовки майбутніх учителів математики за непараметричним знаковим критерієм для залежних вибірок на рівні значущості 0,05.

2. Разом з цим вважаємо, що проблема уміння раціонально обрати ПДМ для підтримки професійної діяльності усувається з часом, коли вже напрацьовано досвід роботи з інструментарієм різних ПДМ та з'ясовано проблеми і визначено можливості їх використання на уроках математики.

3. Описані результати підтверджують ефективність розробленої моделі формування професійної готовності майбутнього вчителя математики використовувати ПДМ за теоретичним критерієм.

Список використаних джерел

1. Семеніхіна О. В. Уміння візуалізувати навчальний матеріал засобами мультимедіа як фахова компетентність учителя / О. В. Семеніхіна, А. О. Юрченко // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Педагогіка. Соціальна робота»: збірник наукових праць. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла». – 2014. – Вип. 33. – С. 176-179.
2. Семеніхіна О. В. Формування умінь використовувати комп'ютерний інструментарій у майбутнього вчителя математики / О. В. Семеніхіна, М. Г. Друшляк // Інновації у вищій освіті – комунікація та співпраця у сучасному університетському середовищі за допомогою специфічних цифрових інструментів: [Міжнародна колективна монографія] / [Колектив авторів]; (за заг. ред. д.пед.н., проф. Наказного М. О.). – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – С. 138-149.
3. Семеніхіна О. В. Формування готовності вчителя математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань як педагогічна проблема / О. В. Семеніхіна // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти: зб. наук. праць. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – Вип. 8, Ч. 2. – С. 43-47.
4. Семеніхіна О. В. Про результати педагогічного експерименту щодо формування критичного погляду на використання ПДМ у навчанні математики / О. В. Семеніхіна // Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Серія: Педагогічні науки: зб. наук. праць. – 2015. – Вип. 27. – С. 169-174.
5. Семеніхіна О.В., Шамоля В.Г. Впровадження моделі формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань: мотиваційний критерій // Фізико-математична освіта: науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 109-118.

Анотація. Семеніхіна О.В. Впровадження моделі формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань: теоретичний критерій.

У статті наведено результати педагогічного експерименту, пов'язаного з впровадженням моделі формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань. Описано методики визначення рівнів готовності за теоретичним критерієм. Наведено методики розрахунку результатів за одержаними даними та її візуалізовані моделі. Проведено якісний аналіз одержаних результатів з позитивним висновком про ефективність авторської моделі.

Ключові слова: візуалізація знань, модель формування готовності, критерії сформованості готовності, мотиваційний критерій, статистичний аналіз моделі.

Аннотация. Семенихина Е.В. Внедрение модели формирования профессиональной готовности будущих учителей математики к использованию средств компьютерной визуализации математических знаний: теоретический критерий.

В статье приведены результаты педагогического эксперимента, связанного с внедрением модели формирования профессиональной готовности будущих учителей математики к использованию средств компьютерной визуализации математических знаний. Описаны методики определения уровней готовности по теоретическому критерию. Охарактеризованы методики расчета результатов по полученным данным и их визуализация посредством диаграмм. Проведен качественный анализ полученных результатов с позитивным выводом об эффективности авторской модели.

Ключевые слова: визуализация знаний, модель формирования готовности, критерии сформованности готовности, мотивационный критерий, статистический анализ модели.

Abstract. Semenikhina O.V. Implementation of the model of professional readiness formation of the

future teachers of mathematics to use computer visualization of mathematical knowledge: theoretical criterion.

Article shows the results of pedagogical experiment which is related to the implementation of the model of professional readiness formation of the future teachers of mathematics to use computer visualization of mathematical knowledge. The techniques of determination of the levels of preparedness by the theoretical criterion are described. The method of calculating results by obtained data and visualized models are stated. Qualitative analysis of the results gives a positive conclusion of the effectiveness of the author's model.

Keywords: *knowledge visualization, model of the readiness formation, readiness criteria, theoretical criterion, model's statistical analysis.*