

Доказване ефективността на компютърно съпроводено обучение по Висша математика в Русенски Университет

Стефка Караколева

Abstract: *Proof of the Effectiveness of a Computer-Based Education in Mathematics at the University of Ruse. This paper presents the results of a study, dedicated on the effectiveness of a computer-based education in Mathematics at the University of Ruse. The advantages of the new methods of computer-based education by using computer algebra system MATLAB, compared to traditional methods are exposed and proved.*

Key words: *computer-based education, statistics, mathematics, SPSS, MATLAB*

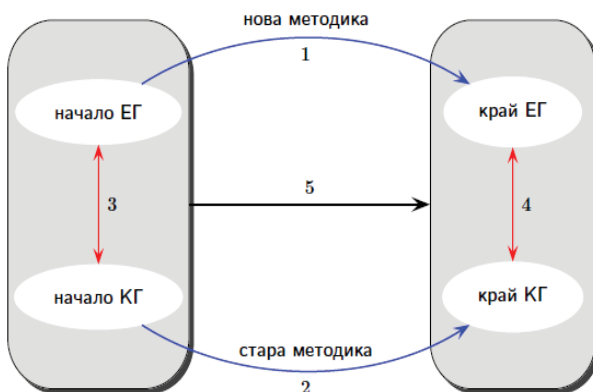
ВЪВЕДЕНИЕ

В настоящата статия е развита и приложена методика [4] за доказване ефективността на обучението по Висша математика с използване на система за математически изчисления и визуализация MATLAB. Тя е част от задълбочено изследване на резултатите от прилагането на компютърно съпроводено обучение по Висша математика 3 и Приложна математика за студенти – бъдещи инженери, обучавани в Русенски университет, извършено през периода 2010–2014 год.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

Генералната съвкупност [1,2,5] обхваща студенти от Русенски университет, които изучават Висша математика. За целта на изследването е направена серийна извадка от общо 3001 лица – студенти от 1. и 2. курс в Русенски университет „Ангел Кънчев“, обучавани през периода 2010-2014 години. Елементите за изследване във всяка серия се разделят в две хомогенни групи - **контролна група (КГ)** и **експериментална група (ЕГ)**. Контролната група включва студенти, които са обучавани по традиционната методика, без използване на система за математически изчисления, а експерименталната група - студенти, обучавани по новата методика. Формирането на извадката отговаря на всички изисквания за формиране на извадки в педагогическите изследвания [2].



Фигура 1: Схема на изследване ефективност на експерименталната методика

За проверка ефективността на експерименталната методика се изследват връзки и се проверяват статистически хипотези за изследваните подсъвкупности на извадката [4,5,6].

В процеса на изследване за всички серии на извадката е доказано, че разпределенията на значенията на изследваните признаци за експерименталните и контролните групи **не** са нормално разпределени. Поради това, за изследване на връзките между разглежданите признаци се използват *непараметрични* методи.

На фигура 1 е изобразена схема на изследването, която се прилага за доказване ефективност на новата методика за петте серии на извадката.

В процеса на статистически анализ за всяка серия експерименти, се решават следните основни задачи (фигура 1) [4]:

- Установяване на ефекта от прилаганите въздействия за всяка от групите:
 1. Установяване на ефекта от прилагането на новата методика върху експерименталната група;
 2. Установяване на ефекта от прилагането на традиционната методика върху контролната група;
- Сравняване на ефективността на прилаганите въздействия в цялата серия на извадката по отношение на наблюдавания признак: „нова/стара методика“:
 3. Проверка на статистическата значимост на различията в оценките на контролната и експерименталната групи в началото на експеримента. Необходимо е да се установи липса на статистически значими различия, т.е. двете групи да имат „равен старт“;
 4. Изследване на статистическа значимост на различията в оценките на контролната и експерименталната групи в края на експеримента;
 5. Установяване на статистическа значимост на различията между прирастите на двете групи в края на експеримента. Това е най-важното сравнение по отношение на доказване на по-висока ефективност на новата методика спрямо традиционната методика.

Изследването е извършено чрез статистическия софтуерен пакет SPSS [1,6,7], като са използвани непараметричните критерии на Колмогоров-Смирнов (Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test), Ман-Уитни (Mann-Whitney Test) и Уилкоксън (Wilcoxon Signed Ranks Test) за проверка на значимост на връзките между признаците.

В процеса на изследване ефективността на новата методика се използват събраните данни за изследваните лица по наблюдаваните признаци: „средна оценка по Висша математика 1 и 2“, „оценка по Висша математика 3“, т.е. оценките в началото и края на експеримента, както и „прираст на оценките“, получен като разлика между крайната и началната оценка.

2. ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ЕТАПИ

Изследването се извършва за всяка от петте серии експерименти от Серия 2010 до Серия 2014, като за всяка серия са извършени по пет проверки според схемата, изобразена на фигура 1. Тук са анализирани подробно резултатите за първата и последната серия и са направени съответните изводи. За всички серии са дадени обобщени резултати.

2.1. Ефективност за Серия 2010

В таблици 1 – 5 са дадени обемите на извадките, средните стойности на оценките, стандартните отклонения от средните стойности за разглежданите КГ и ЕГ от серия 2010, както и стойностите на получените коефициенти и съответните нива на значимост при двустранна критична област (2-tail Sig.), получени чрез SPSS с използване на посочените методи.

- 2.1.1. Първо сравнение: Непараметричен тест на различия на две *зависими* извадки – оценки по математика в началото и в края на експеримента за експерименталната група (ЕГ) за Серия 2010, обучена по „нова методика“

Изследването чрез непараметричния тест на Уилкоксън показва, че между двете извадки **има** статистически значими различия (Asymp. Sig. (2-tailed) е $0 < 0.05$), табл. 1.

Таблица 1.
Непараметричен тест на различията в оценките на ЕГ в началото и края на експеримента

Серия 2010	Сравнение 1	n	Mean	Std.Deviation	z-value (Wilc)
	ЕГ – начало	130	3.4692	1.14417	-5.579
	ЕГ – край	130	4.0077	0.9676	
Asymp. Sig (2-tailed)					0.000

- 2.1.2. Второ сравнение: Непараметричен тест на различия на две *зависими* извадки – оценки по математика в началото и в края на експеримента за контролната група (КГ), обучена по „традиционна методика“ за Серия 2010

Изследването чрез непараметричния тест на Уилкоксън показва, че между двете извадки **няма** статистически значими различия (Asymp. Sig. (2-tailed) е $0.908 > 0.05$), табл. 2.

Таблица 2.
Непараметричен тест на различията в оценките на КГ в началото и края на експеримента

Серия 2010	Сравнение 2	n	Mean	Std.Deviation	z-value (Wilc)
	КГ – начало	130	3.3538	1.0845	-0.115
	КГ – край	130	3.3308	0.94326	
Asymp. Sig (2-tailed)					0.908

- 2.1.3. Трето сравнение: Непараметричен тест на различия за две *независими* извадки – оценки по математика на експерименталната група (ЕГ) и на контролната група (КГ) за Серия 2010 в началото на експеримента

Изследването е извършено чрез непараметричните тестове на Колмогоров – Смирнов и на Ман – Уитни. Проверките показват, че между двете извадки **няма** статистически значими различия (Asymp. Sig. (2-tailed) е $0.637 > 0.05$ по теста на Колмогоров – Смирнов и $0.398 > 0.05$ по теста на Ман – Уитни), табл. 3. Това означава, че разглежданите групи студенти имат „равен старт“.

Таблица 3.
Непараметричен тест на различията в оценките на ЕГ и КГ в началото на експеримента

Серия 2010	Сравнение 3	n	Mean	Std.Deviation	z-value (K-S)	z-value (M-W)
	ЕГ - начало	130	3.4692	1.14417	0.744	-0.844
	КГ - начало	130	3.3538	1.0845		
Asymp. Sig (2-tailed)					0.637	0.398

- 2.1.4. Четвърто сравнение: Непараметричен тест на различия за две *независими* извадки – оценки по математика на експерименталната група (ЕГ) и на контролната група (КГ) за Серия 2010 в края на експеримента

Изследването е извършено чрез непараметричните тестове на Колмогоров – Смирнов и на Ман – Уитни. Проверките показват, че между двете извадки **има** статистически значими различия (Asymp. Sig. (2-tailed) е $0 < 0.05$), табл. 4.

Таблица 4.
Непараметричен тест на разликите в оценките на ЕГ и КГ в края на експеримента

Серия	Сравнение 4	n	Mean	Std.Deviation	z-value (K-S)	z-value (M-W)
Серия 2010	ЕГ - край	130	4.0077	1.21678	3.225	-5.112
	КГ - край	130	3.3308	0.94326		
	Asymp. Sig (2-tailed)				0.000	0.000

2.1.5. Пето сравнение: Непараметричен тест на разликите за две *независими* извадки - прираст на оценките по математика на експерименталната (ЕГ) и на контролната група (КГ) за Серия 2010 в края на експеримента

Изследването е извършено чрез непараметричните тестове на Колмогоров – Смирнов и на Ман – Уитни. Проверките показват, че между двете извадки *има* статистически значими различия (Asymp. Sig. (2-tailed) е $0 < 0.05$), табл. 5.

Таблица 5.
Непараметричен тест на разликите в прираста на оценките на ЕГ и КГ

Серия	Сравнение 5	n	Mean	Std.Deviation	z-value (K-S)	z-value (M-W)
Серия 2010	ЕГ – прираст	130	0.5423	0.96254	2.667	-5.204
	КГ – прираст	130	-0.0308	0.81591		
	Asymp. Sig (2-tailed)				0.000	0.000

3. Ефективност за Серия 2014

Аналогичен подход на използвания в раздел 2, се прилага и за изследване на ефективността на новата методика за останалите серии. Окончателните резултати за серия 2014 са обобщени в таблици 6 и 7.

Таблица 6.
Непараметрични тестове на разликите в оценките в началото и края на експеримента

Серия 2014		n	Mean	Std.Deviation	z-value (Wilc)
Сравнение 1	ЕГ – начало	130	2.6808	0.75227	-6.054
	ЕГ – край	130	3.3000	1.03167	
	Asymp. Sig (2-tailed)				0.000
Сравнение 2	КГ – начало	134	2.6642	0.8289	-3.559
	КГ – край	134	2.4179	0.71817	
	Asymp. Sig (2-tailed)				0.000

Необходим е коментар по отношение на второто сравнение. За разлика от Серия 2010, през 2014 се наблюдават статистически значими различия между оценките на контролната група в началото и края на експеримента. Анализът на средните стойности на оценките показва, че в края на експеримента средната стойност на оценката по математика за студенти, обучавани по традиционната методика е намаляла значително спрямо оценката в началото на експеримента, таблица 6. Това се потвърждава и от анализа на резултатите от сравнение 5. От таблица 7 се вижда, че има статистически значими различия в прираста на оценките, като студентите, обучени по традиционната методика имат отрицателен прираст, което потвърждава предимството на новата методика за серия 2014.

Таблица 7.
Непараметрични тестове на различията в оценките на в началото и края на експеримента

Серия 2014		n	Mean	Std.Deviation	z-value (K-S)	z-value (M-W)
Сравнение 3	ЕГ – начало	130	2.6808	0.75227	0.904	-0.624
	КГ – начало	134	2.6642	0.8289		
Asymp. Sig (2-tailed)					0.388	0.532
Сравнение 4	ЕГ – край	130	3.3000	1.03167	3.394	-7.647
	КГ – край	134	2.4179	0.71817		
Asymp. Sig (2-tailed)					0.000	0.000
Сравнение 5	ЕГ – прираст	130	0.6192	0.02451	4.398	-7.453
	КГ – прираст	134	-0.2463	0.66814		
Asymp. Sig (2-tailed)					0.000	0.000

4. ИЗВОДИ

Чрез задълбочен статистически анализ на данните за контролната (КГ) и експерименталната групи (ЕГ) за петте серии на извадката, са решени всички задачи според методиката на изследване [4] по схемата на изследване (фигура 1), в резултат на което е доказана ефективността на новата методика, табл. 8.

Таблица 8.
Резултати от изследванията за значими различия (ЗР) в оценките на ЕГ и КГ за всички серии на извадката и изводи за ефективност на новата методика (НМ)

Сравнение Серия	ЕГ край и начало	КГ край и начало	ЕГ и КГ начало	ЕГ и КГ край	ЕГ и КГ прираст	Доказана ефективност
2010	има ЗР	няма ЗР	няма ЗР	има ЗР	има ЗР	ефективна НМ
2011	има ЗР	има ЗР	няма ЗР	има ЗР	има ЗР	ефективна НМ
2012	има ЗР	няма ЗР	няма ЗР	има ЗР	има ЗР	ефективна НМ
2013	има ЗР	няма ЗР	няма ЗР	има ЗР	има ЗР	ефективна НМ
2014	има ЗР	има ЗР	няма ЗР	има ЗР	има ЗР	ефективна НМ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на изследването на резултатите от обучението на студенти по Висша математика в Русенски университет, са извършени серия експерименти, данните от които са използвани за доказване ефективността на компютърно съпроводеното обучение по Висша математика. Резултатите от изследванията доказват убедително предимствата на новата методика пред традиционната.

Настоящата статия е част от задълбочено изследване на ефективността от прилагането на компютърни програмни системи за изчисление и визуализация в обучението по математика. В [2] чрез дискриминантен анализ е построен модел, който е приложен за прогнозиране на резултатите от обучението на студенти, обучавани по традиционната или новата методика. В [3] са класифицирани изследваните лица според значенията на наблюдаваните признаци и са изследвани връзки между признаците чрез класификационни дървета.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гочева-Илиева, С. Г. *Вероятности и статистика*, Университетско издателство „Паисий Хилендарски“, Пловдив, 2013.

[2] Караколева, С. *Дискриминантен анализ на резултатите от обучението по Висша математика в Русенски Университет*, Научни трудове на РУ, том 54, серия 6.1, 2015.

[3] Караколева, С. *Изследване резултатите от обучението по Висша математика в Русенски Университет чрез класификационни дървета*, Научни трудове на РУ, том 54, серия 6.1, Русе, 2015.

[4] Павлов, В. *Приложна статистика*, Препрес, София, 2013.

[5] Харалампиев, К. *Въведение в основните статистически методи за анализ*, ИК „Йозеф Кнехт“, София, 2007, ISBN: 978-954-07-2847-6.

[6] Харалампиев, К. *Работа с данни в SPSS*, Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, София, 2009, ISBN: 978-954-07-2847-6.

[7] IBM SPSS Statistics, *Base system user's Guide*, 2015.

За контакти:

Стефка Караколева, Катедра “Приложна математика и статистика”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел: 082-888 606, e-mail: skarakoleva@uni-ruse.bg