

ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ И АПОСТЕРИОРЕН И СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Евгения Ангелова

РЕЗЮМЕ

Стремежът при подготовката на студенти и учители за преподаване на предмета „Информационни технологии” е обучение в реална работна среда. В настоящата работа се представят резултати от авторско изследване за повишаване ефективността от дейността на студенти и учители в бакалавърска и магистърски програми във ФМИ на ПУ „П. Хилендарски” в усвояване на знанията, придобиване на умения и навици и творческото им прилагане. За измерителен инструмент за проверка и оценка на постиженията на обучаемите при усвояване на определено учебно съдържание е използван дидактически тест.

Ключови думи: тест, анализ на трудност, дискриминативна сила, статистически анализ.

ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на информационните и комуникационни технологии във всички области на живота гарантира в максимална степен превръщането на иновативни идеи в нови продукти и услуги, създаващи устойчив и приобщаващ растеж, качествени работни места и помагат за разрешаването на възникналите предизвикателства пред обществото. За постигане на желания успех усилията трябва да са насочени към: иновации; цифровизиране на обществото; образование, обучение и учене през целия живот [Европа 2020, 10, с. 14-15]. Основните дейности на МОМН са свързани с разработване на нов образователен модел, в който обучаемите да намерят съвременни решения на своите образователни очаквания, да получат адекватна подготовка за бъдещата си професионална реализация. В тази връзка са програмите, администрирани от МОМН [Програма, 09, с. 15], за подпомагане работата по приоритетното направление:

- „Информационни и комуникационни технологии (ИКТ) в училище” – за бързото и навременно въвеждане на съвременните технологии в образователния процес; това се постигна с обновените като концепция учебни програми с включване на предмета „Информационни техно-

логии” и утвърдени държавни образователни изисквания (ДОИ) за учебно съдържание [Наредба, 06] (от учебната 2006/2007 година този предмет е въведен и в 5. клас на прогимназиалния етап от основната образователна степен);

- „Квалификация” – за поетапно преодоляване на дефицита на квалифицирани учители за преподаване и използване на дигиталните технологии.

Усилията за квалификация и преквалификация на учителите за преподаване на предмета „Информационни технологии” в прогимназиалния етап на основната образователна степен (в началото на учебната 2006/2007 година) са не само на МОМН, но и на висшите училища, подготвящи педагогически кадри. Във ФМИ на ПУ „П. Хилендарски”, освен в бакалавърска степен, е разкрито обучение в магистърска степен за подготовка на учители по информационни технологии. Разработена е учебна програма, съобразена с ДОИ, на базата на различни модули (в [Гроздев, 07] е представена програмата за модул „Текстообработка”). Основен акцент в обучението е съобразяване с потребностите на обучаемия, поставянето му в центъра на учебния процес. Стремелът е: с въвеждането на интерактивни методи на обучение; с конкретно учебно съдържание и теоретико-практическа система от учебни задачи за придобиване на умения за прилагане на знанията; работа по проект за интегриране на информационните технологии при решаване на реални задачи [Ангелова, 10a]; самостоятелна работа с научно-техническа и справочна литература; да се изведе обучението на студентите от университетска в реална работна среда. Целта е да се повиши ефективността от тяхната дейност в усвояване на знанията, придобиване на умения и навици и творческото им прилагане.

Чрез дидактически експеримент се изследва влиянието на учебния процес върху качеството и трайността на знанията; ефективността на методиката на обучение [Ангелова, 10a], зависеща от различни условия и фактори, за да се установи онази комбинация между тях, при която се постигат възможно най-добри резултати. За осъществяване на експеримента се акцентира на:

- изпълнение на практически задачи – за проверка на придобитите умения и навици за прилагане на усвоените знания; комплексно се оценява работата на студентите по проекта и различните задачи по изработване на конкретни документи;
- дидактическият тест като метод, средство за измерване на резултатите от учебната дейност (постиженията на обучаемите при усвояване на определено учебно съдържание) [Бижков, 07, с. 428]; в случая: основни структурни единици и техните характеристики за правилното им прилагане; за разглежданото изследване това е учебното съдържание по Информационни технологии;
- използване на подходящ инструментариум за тестване; наред с традиционния хартиен вариант се използват автоматизирани системи за

тестово изпитване с възможност за: създаване и оценяване на статични и динамични тестови задачи; генериране на тестове; провеждане на групово изпитване и оценяване, което е обективно и експресно [Рахнев, 07] [Павлов, 10].

ИЗМЕРИТЕЛНИ КАЧЕСТВА НА ТЕСТОВЕТЕ

Дидактическият тест е основен измерителен инструмент. Основна цел на нормативните тестове е да установи индивидуалния статус на тестирувания индивид или група в сравнение с постиженията на други учещи се, обучавани по същата програма, резултатите от постиженията на които служат като еталон, норма за сравнение. Обучаемите, които го надвишават, получават оценка над средната, а тези, които не са го достигнали – оценка под средната. Чрез критериалните тестове се преценява доколко обучаемите са постигнали целите и задачите на методическата система по отношение на съответния етап на усвоеност на знанията и уменията [Бижков, 07, с. 445]. В изследването се използват тестове, притежаващи характеристики и на двата вида дидактически тестове, но с известен приоритет на нормативните. Тестовите, които са разработени за нуждите на проведеното изследване, съдържат задачи със структуриран отговор (закрит тип) – тестираните избират верния отговор сред ограничено множество алтернативи [Бижков, 07, с. 460]. Независимо от някои слаби страни на този вид тестови задачи (узнаване на отговора сред дистракторите, възможност за налучкване на верния отговор, повече време за съставяне на задачите [Бижков, 07, с. 472-473]), те имат потенциална диагностична стойност, позволяват измерване на знания от всички равнища. За да бъдат тестовите ефективна форма за оценяване, те трябва да са стандартизирани, т. е. да притежават определени характеристики: обективност, надеждност, валидност, сравнимост, полезност и др.

Надеждност: показва точността на създавания (използвания) тест, т. е. грешката, свързана с измерването, да бъде по възможност по-малка. Използват се четири основни метода: повторение на теста след време в същата група; използване на паралелен тест; разделяне на теста на две еднакви половини; проверка на вътрешна съгласуваност.

Валидност: показва степента на точност, с която измерва това, което трябва да измерва, т. е. отразява степента на съответствие с външен, предварително определен критерий. В [Бижков, 07, с. 499-509] са описани три вида валидност: съдържателна, критериална, конструктивна, и съответните статистически методи за анализ и изследване.

Сравнимост: резултатите от един дидактически тест, получени от тестирането на обучаеми от различни училища или групи, могат да се сравняват помежду си и да се правят изводи.

Подготвеният тест се изпробва в представителна извадка, за да се получат данни и да се изследват неговите качества, т. е. извършва се апостериорен анализ на тестовите задачи по отношение на характеристиките: индекс на трудност, индекс на дискриминативна сила, анализ на дистракторите (имат се предвид нормативните тестове).

Индекс на трудност *P*: процентът на решилите правилно задачата спрямо общия брой тествани лица. В [Стоименова, 00, с. 66] са дадени стойности за тълкуване на трудността на тестовите задачи в зависимост от броя на алтернативите за избор. При индекс на трудност не повече от 25% на една задача с четири алтернативи тя се счита за много трудна, а ако не е по-малък от 85% – за много лесна, т. е. оптимална задача е с индекс на трудност в граници от 40% до 70%.

Индекс на дискриминативната сила: коефициентът на корелация между групата на силните и групата на слабите тествани лица. Както е отбелязано в [Бижков, 07, с. 488], една стойност на индекса на дискриминативна сила е приемлива, ако е в интервала [+40; +60]. Според Р. Ебел [Ebel, 72, с. 399] и др. една задача следва да се остави без внимание, ако съответният ѝ индекс не е в интервала [+20; +80].

Анализ на дистракторите: терминът дистрактор се използва за назоваване на неправилните алтернативи [Стоименова, 00, с. 71]. Анализът на дистракторите на определен въпрос или задача се извършва на базата на три критерия, посочени в [Бижков, 07, с. 489].

- за повечето задачи посочилите даден дистрактор от слабата група са повече от посочилите го от силната група;
- всеки дистрактор е посочен и от тестван от силната група;
- посочилите дистрактор от силната група не са повече от тези, посочили верен отговор, от същата група.

След отчитане на неприемливите характеристики на тестовите задачи, се подготвя нов, подобрен тест, чрез който се провежда изследването. Получените резултати се подлагат на количествен анализ по отношение на поставената цел и формулирани хипотези, като първият етап е представяне чрез статистически величини: средни стойности, разсейване. Следващият етап е статистическият анализ, при който на базата на строго определени статистически методи се взема решение: доколко наблюдаваната разлика между постиженията на две групи тествани лица може да се разглежда като случайна (несъществена) или значима. Проверката на различни статистически хипотези се извършва в характерна за тях последователност: хипотези за проверка на разпределението на съвкупността, от която е извадката, особено за извадки с малък обем ($n < 30$) (известно е, че при нормално разпределение останалите хипотези могат да се проверяват чрез параметрични методи); хипотези за параметрите на съвкупностите (дисперсия, математически очаквания и др.), характеризиращи изследваното свойство на педагогическото явление [Бижков, 07, с. 223-231].

РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ

Изследването се извърши с обучаваните във ФМИ на ПУ „П. Хилендарски” студенти и учители в различните програми (бакалавърска и магистърски). През учебната 2006/2007 година се проведе предварителен експеримент с група от 65 студенти за изработване и апробиране на дидактическите материали (Тест 1, 18 тестови задачи). Резултатите от този експеримент са анализирани с оглед установяване качеството на материалите и тяхното евентуално подобряване. За извършване на пресметанията е използван разработен програмен продукт, улесняващ апостериорния анализ на дидактическия тест: както на отделните тестови задачи, така и на теста като цяло [Ангелова, 106]. В Таблица 1, за част от тестовите въпроси от Тест 1, за двете екстремални групи – „силна” и „слаба“, са представени стойностите на характеристиките: индекс на трудност и индекс на дискриминативната сила. Обемът на групите („силна” и „слаба”) е определен след ранжиране в зависимост от общия бал: 27% от общия брой изследвани лица, тъй като според Р. Ебел се постига най-добър компромис между обемът и различието в групите [Ebel, 72, с. 385-388].

Таблица 1. Апостериорен анализ на част от задачите от Тест 1

Качества на задачите									
1	2	3				4	5	6	7
Зад. №	Група Силна/ Слаба	Отговори				Общ брой верни отговора	Индекс на трудност <i>P</i>	Коеф. на корелация	Дискри- минатив- на сила
		а	б	в	г				
1	Силна	2	13	1	2	14	38,89%	0,68	0,67
	Слаба	12	1	3	2				
4	Силна	5	2	3	8	11	30,56%	0,34	0,28
	Слаба	2	6	7	3				
5	Силна	14	3	1	0	20	55,56%	0,44	0,44
	Слаба	6	4	8	0				
7	Силна	4	3	5	6	12	33,33%	0,11	0,00
	Слаба	3	4	5	6				
12	Силна	0	2	14	2	18	50,00%	0,56	0,56
	Слаба	0	4	4	10				
16	Силна	2	5	6	5	7	19,44%	0,44	0,28
	Слаба	1	11	1	5				
17	Силна	9	5	2	2	10	27,78%	0,48	0,44
	Слаба	1	5	5	7				
18	Силна	1	3	4	10	13	36,11%	0,47	0,39
	Слаба	11	3	1	3				

Задачи 16 и 17 от този тест се оказват трудни според тълкуването на [Стоименова, 00] (трудност, по-малка от 30%), като задача 16 е много трудна ($P=19,44\%$). Включването на по-трудни задачи е естествено, тъй като целта на обучението е студентите да са подготвени за действия във всяка една ситу-

ация, свързана с използването на информационните технологии. От друга страна, както показва опитът, трудността трябва да се разглежда и относително: могат да влияят и други фактори (недостатъчно ясни и разбираеми формулировки и пр.). За тази контролна група средната трудност на теста (среден брой правилно решени задачи) е 47,60%, което се оказва ниска стойност.

От Таблица 1 се вижда, че неприемлива дискриминативна сила ($\leq 0,30$) имат задачи 4 и 16 (по-голямата част от обучаемите от силната и слабата групи не са се справили с тях) и тези задачи трябва да се преразгледат и подобрят. Задача 7 ще отпадне от теста (дискриминативна сила 0,00), защото е неподходяща да разграничи обучаемите, които правят добре теста, от тези, които не се справят с него.

Таблица 2 съдържа разпределението на дистракторите на тестовите задачи от Тест 1; някои от тях не са посочени от тестиран нито от „силната“ група, нито от „слабата“ група (задача 5-г, задача 12-а). Това показва, че тези дистрактори не са привлекли вниманието поради: почти всички учещи владеят добре материала, тъй като за него е отделено повече време; съществуват двойки алтернативи, за които се знае, че едната е вярна; използвани са невъзможни алтернативи [Стоименова, 00, с. 72]. Алтернативите за посочените задачи са редактирани.

Таблица 2. Разпределение на дистракторите за част от задачите от Тест 1

Група	В 1				В 2				В 3				В 4				В 5				В 6			
	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г
силна	2	13	1	2	0	2	16	0	1	15	2	0	5	2	3	8	14	3	1	0	2	12	2	2
слаба	12	1	3	2	5	4	8	1	3	2	9	4	2	6	7	3	6	4	8	0	4	5	4	5

В 11				В 12				В 13				...	В 17				В 18						
а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г					а	б	в	г	а	б	в	г
1	1	0	16	0	2	14	2	2	1	1	14					9	5	2	2	1	3	4	10
3	4	6	5	0	4	4	10	8	3	5	2					1	5	5	7	11	3	1	3

След направения анализ на Тест 1 по посочените критерии са коригирани задачите с неприемливи показатели и е изработен Тест 2: задача 7 е заменена с нова (неприемлива дискриминативна сила, няма добра съвместимост); задача 4 е преработена; на задачи 5 и 12 са подобрени дистракторите. Задачи 16 и 17 (трудни) са оставени умишлено, тъй като е необходимо познаване на съответния материал. Подобрените дидактически материали (Тест 2) са апробирани през учебната 2008/2009 с две групи студенти (всяка с обем 30 теститани лица) в бакалавърска програма, като е използван следния критерий: Резултатите на студентите от проведения тест за диагностициране степента на усвоеност на знанията по Информационни технологии, които те имат след завършване на средното образование. При апостериорния анализ на теста се получиха приемливи стойности на характеристиките: индекс на

трудност, дискриминативна сила, съвместимост на задачите. Статистическият анализ показва равностойни резултати на студентите от двете групи (Таблица 3, КГ – 8,87, ЕГ – 8,50). Това даде основание експериментът да се проведе с тях, като обучението в Група 1 се проведе по *първи вариант*: придобиване на умения за прилагане на знанията чрез утвърдената методика за решаване на задачи по информационни технологии (т. нар. контролна група – КГ), а в Група 2 (експериментална – ЕГ) – по *втори вариант*: овладяване на знания и умения, използвайки както разработената система от учебни задачи, така и работа по проект за интегриране на информационните технологии при решаване на задачи от реални ситуации.

След проведеното обучение през същата учебна година отново са проверени знанията и уменията на студентите по Информационни технологии от двете групи, с провеждане на нов тест, Тест 3. Извършеният апостериорен анализ на теста показва резултати, сходни с тези на Тест 2. За Тест 3 е извършен и допълнителен анализ, свързан с проверяване на хипотези за статистическата значимост на различията между параметри на двете групи (и двете с обем 30). За избор на правилни статистически процедури за проверка на хипотези първо е извършена проверка за нормално разпределение на съвкупностите на двете групи (при извадка с малък обем – $n < 30$). Използван е емпиричният критерий за нормалност [Нончева, 03, с. 93-94]. Пресметнати са извадковите коефициенти на асиметрия (Sk^*) и ексцес (Ku^*), които удовлетворяват едновременно двете неравенства: $|Sk^*| \leq 3\sqrt{D(Sk^*)}$ и $|Ku^*| \leq 5\sqrt{D(Ku^*)}$, т. е. за стойностите по посочения критерий се приема, че съответните извадки са от нормално (или приблизително нормално) разпределени съвкупности (Таблица 3, Тест 3). Резултатът от пресмятане на точковите оценки за дисперсиите показва, че е подходяща F-статистиката: за двете групи е изпълнено:

$$F_{набл} < F_{крит};$$

$F_{набл}$ е извън критичната област и няма основание за отхвърляне на основната хипотеза $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (в двете групи резултатите на тестираните лица не се различават съществено от средния успех); може да се приложи процедурата за сравняване на две математически очаквания при неизвестни, но равни дисперсии на съвкупностите, за което е подходяща T-статистиката. При прилагане на T-статистиката се наблюдава:

$$|t_{набл}| > t_{крит};$$

$t_{набл}$ попада в критичната област и основната хипотеза $H_0: m_1^2 = m_2^2$ (средният успех на студентите от ЕГ и КГ от Тест 3 са статистически неразличими стойности) се отхвърля срещу контра-хипотезата $H_1: m_1^2 \neq m_2^2$ (средният успех на студентите от ЕГ и КГ от Тест 3 са статистически различими стойности) с ниво на доверие 5%, т. е. средният успех на обучаемите в двете групи (ЕГ и КГ) се различава; по-висок е средният успех на студентите от експерименталната група (Таблица 3, КГ – 9,87, ЕГ – 11,33).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въвеждането на интерактивни методи на обучение при подготовката на студенти и учители за преподаване на предмета „Информационни технологии“; разработване на конкретно учебно съдържание и теоретико-практическа система от учебни задачи; работа по проект за интегриране на информационните технологии [Ангелова, 10а]; повишава ефективността от тяхната дейност в усвояване на знанията, придобиване на умения и навици и творческото им прилагане. Резултатите от извършеното изследване показват, че в контекста на разработената система от занятия и обучаващ модел за овладяване на знанията така организираното обучение на студенти в бакалавърска и магистърски програми способства за подобряване на професионалната подготовка на бъдещите учители по Информационни технологии.

Таблица 3. Стойности на статистически величини за Тест 2 и Тест 3

Коефициенти	Тест 2		Тест 3	
	Група 1 (КГ)	Група 2 (ЕГ)	Група 1 (КГ)	Група 2 (ЕГ)
Асиметрия Sk^*	-0,038	0,147	0,215	0,864
Ексцес Ku^*	-0,926	0,783	-1,184	0,726
s	3,431	2,980	3,032	2,569
σ^2	11,775	8,880	9,200	6,602
средно аритм.	8,87	8,50	9,87	11,33
$F_{\text{крит}}$	1,8608		1,8608	
$F_{\text{набл}}$	1,3261		1,3928	
$t_{\text{крит}}$	2,0017		2,0017	
$t_{\text{набл}}$	0,4419		-2,0211	

ЛИТЕРАТУРА

[Ангелова, 10а] Ангелова, Е. (2010) *Подготовка на учители за обучение на ученици по Информационни технологии*, Автореферат на дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ по научна специалност 05.07.03, София.

[Ангелова, 10б] Ангелова, Е., Р. Радев, (2010) *Апостериорен анализ на дидактически тест чрез специализиран софтуер*, Пловдив: Сб. „Образованието в информационното общество“, ISSN 1314-0752, 27-28 май 2010, 291-297.

[Бижков, 07] Бижков, Г., В. Краевски (2007) *Методология и методи на педагогическите изследвания*, София: УИ „Св. Климент Охридски“.

[Гроздев, 07] Гроздев, С., Е. Ангелова, (2007) *Текстообработката като компетенция в квалификация на учители по информационни технологии*, В сб. „Науката, образованието и времето като грижа“, Смолян, 2007, 110-116.

[Европа 2020, 10] *Стратегия за интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж – Европа 2020* (2010), Брюксел, 3.3.2010, http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_BG_ACT_part1_v1.pdf, посетена на 10.07.2010.

[Наредба, 06] *Изменение и допълнение към Наредба № 2 / 18.07.2006*, http://www.minedu.government.bg/opencms/export/sites/mon/left_menu/documents/process/nrdb_2-00_add_uch_sadarjanie.pdf, посетена на 12.11.2009.

[Нончева, 03] Нончева, В., М. Дилчева, В. Кинова (2003) *Ръководство по теория на вероятностите и статистика*, Пловдив: УИ „П. Хилендарски”.

[Павлов, 10] Павлов, Н., А. Рахнев, О. Рахнева, (2010) *RIA-базирана система за електронно тестово изпитване*, Научна конференция с международно участие „Предизвикателства пред висшето образование и научните изследвания в условия на криза”, Бургас, 25-26 юни 2010.

[Програма, 09] *Програма за развитие на образованието, науката и младежките политики в Република България (2009 – 2013 г.)*, http://www.minedu.government.bg/opencms/export/sites/mon/left_menu/documents/strategies/programa_MOMN-2009-2013.pdf, посетена на 08.07.2010.

[Рахнев, 07] Рахнев, А., О. Рахнева, Н. Вълчанов, (2007) *Приложения на DeTC за изпитване и оценяване в квалификация “учител по информационни технологии*, София: “Математика и математическо образование”, ISBN 978-954-8880-25-1, стр. 397-403.

[Стоименова, 00] Стоименова, Е. (2000) *Измерителни качества на тестовете*, София: НБУ.

[Ebel, 72] Ebel, R. I., (1972) *Essential of Educational Measurement*, N. J.: Printice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.

**CONDUCTING EXPERIMENTAL RESEARCH
AND A POSTERIORI AND STATISTICAL
ANALYSES OF RESULTS**

Evgeniya Angelova

ABSTRACT

Training pre- and in-service teachers to teach the subject "Information Technology" strives to provide a real-world education. This work presents the results of a study the author has conducted on enhancing the efficiency of activities by pre- and in-service teachers' in the bachelor's and master's programs of the Faculty of Mathematics and Informatics, Plovdiv University "Paisiy Hilendarski", during the acquisition of knowledge, skills and habits and their creative application. A didactic test was used as a measuring tool to test and assess learners' achievements in mastering certain curriculum content.

Keywords: difficulty analysis, discriminatory power, statistical analysis.

Evgeniya Angelova
Faculty of Mathematics and Informatics
Paisii Hilendarski University of Plovdiv
236 blvd. Bulgaria, Plovdiv 4003, Bulgaria
e-mail: evgang@uni-plovdiv.bg