

## ИЗМЕРИТЕЛНИ КАЧЕСТВА НА ДИДАКТИЧЕСКИ ТЕСТ ПО ЕЛЕКТРОСТАТИКА И ЕЛЕКТРИЧЕСТВО

Георги Малчев, Ивелина Пенева  
Югозападен Университет „Неофит Рилски” – Благоевград  
gmalchev@abv.bg, ivelina\_peneva@abv.bg

**Резюме:** В разработката се предлага авторски тест за измерване знанията по електростатика и електричество от учебния материал по физика за ученици от 9 клас на общообразователните училища. Изведени са психометричните характеристики на айтемите, доказана е високата надеждност на теста и е проверена неговата критериална валидност.

**Ключови думи:** дидактически тест, измерителни качества на тестовете, надеждност, валидност

## MEASURING PROPERTIES OF DIDACTICAL TEST „ELECTROSTATICS AND ELECTRICITY”

Georgi Malchev, Ivelina Peneva  
South-West University “Neofit Rilski” – Blagoevgrad  
gmalchev@abv.bg, ivelina\_peneva@abv.bg

**Abstract:** The work offers an original test intended for high school students for measuring knowledge of electrostatics and electricity. The author receives the psychometric characteristics of items, proves the high reliability of the test and checks the validity.

**Keywords:** didactical test, psychometric properties, reliability, validity

**Въведение:** Обективността в оценяването е една от приоритетните области в съвременното образование. То предполага разработването на цялостна система за ефективен контрол на резултатите от учебния процес. Важен елемент на тази система е създаването на подходящи и надеждни измерителни средства. В дидактиката широко прилаган инструмент за измерване е тестът [1]. За да бъдат резултатите от оценяването достоверни, тестовете трябва да притежават определени качества, гарантиращи точността и надеждността им като измервателно средство.

В близкото минало не се е отдавало достатъчно значение на необходимостта от проверка на психометричните характеристики на дидактическите тестове. Подобен подход се счита за недопустим от гледна точка на метрологичните изисквания към тестовете като измервателен инструмент, тъй като поставя под съмнение надеждността им като средство за набавяне на точна информация в дидактическия процес.

Към средата на 80-те години на XX век въпросът за необходимостта от проверка измерителните качества на тестове все по-често започва да се

обсъжда. С напредъка в компютърната техника и технологии се усъвършенстват и средствата за математико-статистическа обработка на данни, с което се облекчава дейността на педагога и се съкращават времето и ресурсите, необходими за доказване надеждността и валидността на тестовете. При тези обстоятелства, използването на тестови методики без надлежна проверка измерителните им качества вече не може да се счита за допустим [2, 3].

В настоящата разработка се обсъждат измерителните качества на авторски тест за оценка на знанията по физика от раздели „Електростатика” и „Електричество” за ученици от 9 клас на средните общообразователни училища. Тестовите задачи от представения въпросник са съобразени с българските образователни стандарти и могат да служат както в процеса на обучение, така и за самообучение на учениците.

**Структура и съдържание на теста:** Представеният тест се състои от 10 задачи, от които:

- две са с единичен избираем отговор (задачи 1 и 8);
- две задачи са с множествен избираем отговор – три избора при шест възможни варианта (задачи 4 и 9);
- четири задачи с кратък отговор (или задачи за допълване) (задачи 2, 5, 6, 10);
- една задача за дефиниране (задача 7);
- една задача за изпълнение (задача 3) (виж Приложението).

Измерителните качества на задачите се извеждат на базата на определеното за тях точкуване и не се повлиява от хетерогенността на форматите им.

Статистическите изчисления на тестовите характеристики се базират на извадка от 54 изследвани лица от гимназия „П. К. Яворов” – гр. Петрич. От тях 24 са юноши и 30 девойки.

**Измерителни качества на отделните тестови задачи:**

**Трудност:** За проверка трудността на задачите се изчислява процента на средния брой точки, получени при решаването на задачата, на базата на максималния брой точки, предвидени за оценка на задачата [1]. Данните са изведени в Таблица №1.

Таблица №1. Коефициенти на трудност за задачите от теста.

	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача	6 задача	7 задача	8 задача	9 задача	10 задача
коефициент на трудност (в проценти)	51,0	42,5	34,2	48,7	41,3	61,2	33,5	41,5	47,8	40,5

Според резултатите осем, от общо десет задачи (задачи 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10) са с оптимална трудност (40-70%), няма лесни задачи, а трудни се явяват задачи 3 и 7 (20-40%). Трудността на последните не е в крайните стойности на интервалната градация (<20%), което ги класифицира като приемливи за присъствие в теста и не налага тяхното отстраняване.

**Дискриминативна мощност:** Дискриминативната (разграничителна) мощност се изчислява при сравнение на резултатите на групата на „слабите” (включваща 27% от изследваните лица с най-нисък бал) с групата на „силните” (включваща 27% от лицата с най-висок бал) [1]. Данните по този показател за задачите от теста са изнесени в Таблица №2.

Таблица №2. Оценки да дискриминативната мощност на задачите от теста.

	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача	6 задача	7 задача	8 задача	9 задача	10 задача
коэффициент на дискриминация (в проценти)	71,1	69,8	44,4	79,6	56,8	61,3	42,3	57,9	78,6	73,2
корелационни коэффициенти с общия бал	0,704	0,698	0,578	0,789	0,616	0,629	0,501	0,632	0,802	0,776

Резултатите индикират, че всички задачи имат отлична дискриминативна мощност (над 40%), т.е. в достатъчна степен могат да разграничат учениците с високи, от тези с ниски постижения.

Като измерител на дискриминацията се използва също стойността на корелацията на точките от конкретната задача с общия бал по теста [1].

Изведените корелационни коэффициенти са в диапазона 0,501 – 0,802 (виж Таблица №2). Конкретно се установява, че при четири задачи (задачи 1, 4, 9, 10) се отчита голяма корелация ( $>0,7$ ) с общия бал и при шест задачи (задачи 2, 3, 5, 6, 7, 8) корелацията е значителна ( $>0,5$ ). Тези стойности индикират добрата дискриминативна мощност на тестовите задачи.

**Функционалност на дистракторите:** Този показател е изведен само за задачите с избираем отговор, а именно 1 и 8 (с единичен избираем отговор) и 4, 9 (с множествен избираем отговор).

Измерител на функционалността на дистракторите е процентът изследвани лица, избрали всяка от алтернативите за отговор. Данните за конкретните тестови задачи са изведени в Таблица №3.

Таблица №3. Процент изследвани лица, избрали всяка от алтернативите за отговор при тестови задачи 1, 4, 8 и 9.

алтернатива за отговор	1 задача	8 задача	алтернатива за отговор	4 задача*	9 задача*
без отговор на задачата	8,2	5,3	[1]	66,5	59,8
а)	12,5	41,5	[2]	52,5	48,3
б)	18,3	15,6	[3]	31,6	33,2
в)	10,0	20,8	[4]	42,1	28,6
г)	51,0	16,8	[5]	24,3	20,9
			[6]	51,0	44,4

\*Сборът от процентите надхвърля 100, тъй като задачата предполага множествен избор (три избора при шест възможни алтернативи).

Отчита се, че подлаганите на анализ задачи са с добра функционалност на дистракторите, тъй като няма алтернатива за отговор, избрана от по-малко от 5% изследвани лица. Това демонстрира, че задачите са добре формулирани и не се изисква модификация в скалата им за отговори.

### **Измерителни качества на цялостния тест:**

**Надеждност:** Надеждността е основна философска категория, която обхваща различни нива на структурната организация на материята. Тя отразява съществените свойства на реалните изкуствени и природни системи и е предмет на изучаване от различни науки - технически, природоматематически, обществено-икономически, социални [4, 5, 6]. Конкретно при дидактическите тестове надеждността характеризира точността на получените балове [7].

Критерий за добрата надеждност на тестовете е наличието на **нормално разпределение на данните от общия бал**. Проверката вида на разпределението на данните от конкретния тест се извърши с непараметричния тест на Коломогоров-Смирнов за една извадка [8]. Данните от приложената статистическа процедура сочат, че няма значими различия между теоретичното нормално разпределение и разпределението на данните от конкретната извадка ( $Z=0,820$ ;  $p=0,512$ ). Т.е. данните от теста са нормално разпределени, което е индикатор за неговата надеждност.

Друг показател за надеждност е съгласуваността между съставните задачи на теста – т.н. **вътрешна консистентност** [9], проверката на която се извършва чрез извеждане коефициента  $\alpha$  на Кронбах. За конкретния тест този показател е 0,702, която стойност показва много добра съгласуваност между задачите и е индикатор за високата му надеждност.

**Валидност:** Валидността показва степента, в която даден тест мери постиженията, които е предвидено да мери [1, 7]. Най-често при дидактическите тестове се извеждат критериалната и конструктната валидност [7].

**Критериалната валидност** на конкретния тест е оценена спрямо независим (външен) критерий, който в случая се явяват срочните оценки на учениците по дисциплините физика и математика. За целта се извеждат корелационните коефициенти, измерващи големината на връзката между тестовия бал и оценките по двете дисциплини.

Данните от корелационния анализ са изведени в Таблица №4, където условно са приети следните означения:

$r$  – стойност на корелационния коефициент на Пиърсън;

$p$  – равнище на значимост на корелационния коефициент, при двустранен тест.

Таблица №4. Резултати от корелационния анализ, приложен за установяване на връзката между общия бал по теста със срочните оценки по математика и физика.

показатели	срочна оценка по физика	срочна оценка по математика
$r$	0,692	0,563
$p$	0,000	0,000

След анализ на резултатите се установява наличието на значителни, правопрпорционални връзки между тестовия бал и срочните оценки по физика ( $r=0,692$ ) и по математика ( $r=0,563$ ), при това и двата коефициента са

с високо ниво на значимост ( $p < 0,001$ ). Тези резултати индикират валидността на теста по външен критерий.

**Конструктивната валидност** на теста е проверена чрез изчисляване на вътрешните корелации между отделните тестови задачи [1, 7]. Данните от корелационния анализ са изнесени в Таблица № 5.

Таблица № 5. Вътрешни корелации между тестовите задачи.

	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача	6 задача	7 задача	8 задача	9 задача
1 задача									
2 задача	0,422								
3 задача	0,456	0,352							
4 задача	0,412	0,409	0,344						
5 задача	0,312	0,421	0,456	0,382					
6 задача	0,345	0,368	0,364	0,431	0,421				
7 задача	0,306	0,418	0,332	0,385	0,375	0,487			
8 задача	0,502	0,289	0,389	0,380	0,436	0,365	0,412		
9 задача	0,312	0,387	0,435	0,421	0,390	0,389	0,432	0,334	
10 задача	0,465	0,412	0,421	0,387	0,421	0,411	0,289	0,441	0,410

Изведените корелационни коефициенти са в диапазона 0,289 – 0,502. При това се отчита, че преобладават умерени корелации ( $r > 0,3$ ). Една от връзките (между задачи 1 и 8) е значителна ( $r > 0,5$ ) и една връзка (между задачи 2 и 8) е слаба ( $r = 0,289$ ). Тези данни показват съгласуваността между тестовите задачи и индикират валидността на теста.

**Обобщение:** Предлаганият дидактически тест за оценка на знанията по физика при изучаване на раздели „Електростатика” и „Електричество” в 9 клас има добри измерителни качества. Конкретно се доказва оптималната трудност и отличната дискриминативна мощност на отделните тестови задачи. Обобщената статистика на теста индикира неговата надеждност и критериална валидност. Тези характеристики дават основание тестът да се счита като обективен и точен измерител на знанията по тази учебна дисциплина. Чрез него се гарантират точността, еднозначността и възпроизводимостта на оценките. Това ни дава основание да приемем, че този тест би довел до повишаване качеството и ефективността на обучението по физика в средните училища.

#### **Литература:**

- [1] Стоименова, Е. Измерителни качества на тестовете. БАН, София, 2000.
- [2] Peneva, I., Gaidarov, K., Yordzhev, K. Computer administering of psychological tests. Proceeding of the International scientific conference, Faculty of mathematics and natural sciences, South-West University „Neofit Rilski”, Vol. 1, 129-136., 2009.

- [3] *Yordzhev, K., Peneva, I.* Computer Administering of the Psychological Investigations: Set-Relational Representation. Open Journal of Applied Sciences, №2, 110-114, 2012.
- [4] *Petrov, N.* Probability - Theory as a systemic View of Nature and Society. Trakia University, St. Zagora, Bulgaria. 2009.
- [5] *Петров, Н.* За философския смисъл на категорията „надеждност”. сп. „Наука, образование, култура”, бр.2, 21-33, 2013.
- [6] *Пенева, И.* Надеждността в психологическите измервания. сп. Наука. Образование. Култура., бр.3, 87-92., 2013.
- [7] *Стоименова, Е., Василева, Р.* Измерителни качества на тестовете за диагностика в обучението по математически методи на физиката. Сп.Педагогика, №11, 74-84, 2005.
- [8] *Yordzhev, K.* Parametric and nonparametric statistical methods – essence and condition for application. Journal of Basic and Applied Research International, Vol.11, Issue 2, 131-134, 2015.
- [9] *Стоянова, С.* Основи на психологическите измервания. Адаптация на тест. Университетско издателство ”Н. Рилски”, Благоевград, 2007.



**Georgi Malchev** is a teacher in high school “P.K.Iavorov” – Petrich, Bulgaria. His research interests concern Physics, Astronomy and Methodology of Teaching Physics.

Contact: **Georgi Malchev**, high school “P.K.Iavorov”, 31, Yane Sandanski Street, 2850 Petrich, Bulgaria, e-mail: gmalchev@abv.bg



**Ivelina Peneva**, PhD is an assistant at the Department of Psychology, South-West University “Neofit Rilski” - Bulgaria. Her research interests concern test adaptation, and computer administration of psychological tests and experimental psychology.

Contact: **Ivelina Peneva** South-West University “Neofit Rilski”, 66, Ivan Mihailov Street, 2700 Blagoevgrad, Bulgaria, e-mail: ivelina\_peneva@abv.bg