

## ИНОВАЦИИ В ЛАБОРАТОРНИЯ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКА ВЪВ ВУЗ

Юлия Илчева<sup>1</sup>, Петър Галанов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700, България

<sup>2</sup> Софийски университет "Св. Климент Охридски", София 1164, България

### РЕЗЮМЕ

В условията на пазарната икономика, българското висше образование трябва да бъде, както еквивалентно по количество и качество на световното и особено на европейското, така и конвертируемо, т.е. мобилно. Нужни са специални проучвания за въвеждане на иновации в областта на образователните технологии, за да се обогати педагогическият процес с идеи, методи и решения, на базата на които може да се говори за интеграция на българското образование в европейските и световни изследователски програми.

За българското висше образование (в частност инженерното) технологията за изграждане и приложение на тестова система за обучение е иновация.

Към лабораторния практикум по физика в МГУ са разработени многовариантни тестове върху няколко цикъла от упражнения. Целта на разработката е да се проверят знанията и уменията на студентите върху проведения лабораторен практикум. Тази цел е операционализирана и съобразена с учебния материал и времето, което може да се отдели за проверката. Задачите включени в тестовете проверяват 6-те познавателни равнища, съгласно таксономията на американския психолог Бенджамин Блум. Тяхната структура е разнообразна, при което вероятността от случайно налучкване на верните отговори е минимизирана.

Въпросът за преписванията също е решен с помощта на многовариантността на дидактическия тест и предоставената възможност при решаването му, студентът да използва допълнителна научна литература.

През последните няколко години в българския педагогически печат навлизат работни понятия като: "реформи"; "реформаторска педагогика"; "сравнително образование"; "иновации в обучението"; "провокации в учебния процес" и др. (Бижков, 1992; Бижков, 1995; Гюрова, 1997; Костова, 1998). Това се обуславя от факта, че макар и да не съществуват строго фиксирани европейски стандарти в системата на висшето образование (и в частност инженерното), то основните принципи, цели и задачи на нашето образование, трябва да бъдат в духа на европейските и световни изисквания и стандарти, независимо от национални, етнически и политически различия. Особено днес, в условията на пазарната икономика, българското висше образование трябва да бъде, както еквивалентно по количество и качество на световното и особено на европейското, така и конвертируемо, т.е. мобилно.

Продължителната изолация на българското образование (и на бившите социалистически страни) от световния опит налага приоритетно проучване на западните образователни постижения и тяхната сполучлива адаптация към българските условия.

Нужни са специални проучвания за въвеждане на иновации в областта на образователните технологии, за да се обогати педагогическият процес с идеи, методи и решения на базата, на които може да се говори за интеграция на българското образование в европейските и световни изследователски програми.

За българското висше образование (в частност инженерното) технологията за изграждане и приложение на тестова система за обучение е иновация. С постановлението от 1936 г. в бившия СССР почти не се създават и прилагат тестове, което рефлектира и върху бившите европейски социалистически страни (България, ЧСФР, Полша, частично в Унгария). Научните работници се ограничават да превеждат и използват популярни западни тестове, без да ги стандартизират в съответствие с изискванията към учебния процес в своята страна.

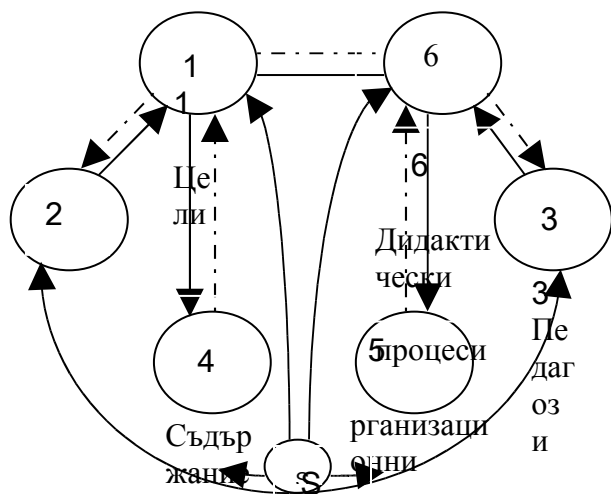
През 70 - те години се появяват статии и разработки на дидактически тестове, както и публикации на тестове по отделни предмети, но те са предназначени за средния курс на обучение. За обучението по физика във ВУЗ все още не съществуват стандартизирани такива.

Ако се разгледа спецификацията на педагогическата система във ВУЗ, то структурата ѝ съгласно В. Беспалко (1982), може да се представи по следния начин:

1. цели;
2. учащи се;
3. педагози;
4. съдържание на образованието;
5. организационни форми;
6. дидактически процеси.

Дидактическите тестове принадлежат на елемент 5, който както всички останали елементи на педагогическата система представлява подсистема, изградена от взаимно свързани елементи.

Ако елемент 4 е обучението по физика във ВУЗ, то елемент 5 включва:



1. лекционен метод  
 2. практически метод (физически демонстрации и физичен лабораторен практикум);  
 3. решаване на задачи;  
 4. писмени контролни работи;  
 5. дидактически тестове.

Разглеждайки тези форми и методи в действие, т.е. конкретният дидактически процес възниква проблема за ефективността им, относно контрола и управлението на системата, тъй като умението да се следи хода на процеса на усвояване и да се управлява има огромно значение и за обучаващите, и за обучаемите. На първите помага да усъвършенстват своето преподаване, а на вторите - познавателната си дейност.

Методите, позволяващи количествено измерване водят до по-голяма обективност в крайния резултат. Дидактическите тестове като такива притежават и еталон - "пълнен и правилен начин за изпълнение на дадената дейност по всички операции с посочване на най-съществените, които отразяват същността и съдържанието на проверката" (Беспалко, 1982). Чрез пооперационното съпоставяне на отговора на учащия се с еталона се стига до извода за качеството на изпълнения тест, т.е. елиминира се интервала от колебанията в оценката от различните преподаватели на една и съща работа. Освен това самите студенти могат да ги използват като техника на самодиагностика. Колкото по-добре студентите си представят очакваните резултати, толкова по-високо ще бъде равнището на тяхната работа.

Оценката, получена след изпълнения тест има позитивен елемент върху мотивацията за обучение на студентите, защото тя е независима от личността на оценяващия и е пряка функция на техните знания. Мнението на преподавателя за тях самите и за равнището на знанията и уменията им в случая не е от значение. Важно е колко от задачите в теста са решени правилно. Това създава усещането, че

оценката е обективна и не зависи от субективното мнение на друг човек, използващ "метода на окомера".

Към лабораторния практикум по физика са разработени многовариантни тестове върху няколко цикъла от упражнения. Тези междинни тестове са необходими в процеса на обучение, защото за постигането на желани високи резултати по физика не е достатъчно само да се обективизира контрола на изхода, освен това лабораторния практикум по физика, на базата на направените протоколи от студентите, позволява количествено измерване, но има и един съществен недостатък - плагиатството. За преодоляването на този недостатък е целесъобразно да се постави сборна оценка на студента, включваща с еднаква относителна тежест следните оценки: от самостоятелната работа с физичните уреди и измерителни инструменти; от направените протоколи и от проведените дидактически тестове.

Използването на тестовете в практиката с цел проверка и оценка на знанията и уменията на студентите, не изключва и съвместното им използване с други методи. Постигането на по-голяма обективност в оценяването и успешното реализиране на основните му функции предполага обмислено съчетаване на различни методи в зависимост от съдържанието на учебния предмет и мястото му в структурата на подготовка на студентите.

Четири са основните предимства на обективните тестове:

1. Контролирана трудност на тестовите задачи;
2. Икономия на време;
3. Обективност на оценката;
4. Позитивна мотивация.

Доброто познаване на възможностите на различните тестове предполага и правилното им използване, т.е. по най-подходящ целесъобразен начин.

При съставянето на междинните многовариантни тестове по физика върху лабораторния практикум в МГУ е използвана методиката, предложена от проф. д-р П. Галанов (Галанов, 1992; Галанов, 1994). Целта на разработката е да се проверят знанията и уменията на студентите в процеса на тяхното обучение. Тази цел е операционализирана и съобразена с учебния материал и времето, което може да се отдели за проверката. Учебният материал включва учебни единици, които се изучават и в други технически ВУЗ-ове, както и в ФзФ на СУ "Св. Климент Охридски", т.е. стандартизиране на тестовете по физика ще осигури възможност за обективно сравнение на постиженията, на знанията и уменията на студентите от различните ВУЗ-ове.

Със съставените дидактически тестове е направен опит да се провери и оцени способността на учащите се да извършват дейност на дадено равнище, усвоена от тях след съответното обучение. Изискванията към тестовете за адекватност (валидност), определеност (общоразбираемост), простота и еднозначност са спазени. Задачите, включени в тестовете проверяват 6-те познавателни равнища, съгласно таксономията на американския

психолог Бенджамин Блум. Тяхната структура е разнообразна, т.е. съществуват както задачи с предоставени пет отговора, измежду които се посочва правилния, така и задачи за съотнасяне и търсене на логически грешки; задачи с чертежи за идентификация и допълване; задачи за прогнозиране на резултата при промяна на условията; задачи за обяснение на резултата от явления при действие на страничен фактор; задачи за проверка помнят ли се основни опитни факти, смисъла на физични термини, измерението на физични величини и др.; задачи за проверка разбирането на материала; задачи за проверка на уменията да се намират по алгоритъм физични величини, т.е. прилагане на един физичен закон и творчески задачи. С помощта на такива задачи, вероятността от случайно налущване на верните отговори е минимална, а при задачите със самостоятелно конструиране на отговори - нулева.

Системата "n от 5", разработена за нуждите на задочния университет в Хаген (ФРГ), с която се провеждат вече 20 години изпитите и въз основа на резултатите се издават дипломи за завършено образование е едно ново решение за задачите с множествен отговор. Тестовите върху учебното съдържание са разработени под формата на въпроси и задачи с 5 предварително дадени отговора. На тестираните се разяснява, че те трябва да посочат най-малко 1 и най-много 3 отговора. Смисълът на тази стратегия е в намаляване вероятността от случаен избор на един от предложените отговори, тъй като тестираното лице обмисля всеки даден отговор. Всеки верен отговор се оценява с една точка, като максималният брой точки за една задача е пет, когато всички предложени верни отговори са посочени, а съответните грешни (наречени дистрактори) не са посочени (Бижков, 1992).

При съставянето на задачи с множествен отговор отчасти е използвана тази система, т.е. съществуват пет възможни отговора към съответната задача, от които само един е верният или неверният в зависимост от това, което се изисква в условието на задачата и оценяването на въпросната задача не е по точковия метод, а в зависимост от броя операции, необходими за решаването ѝ. Задачите от този тип не са освободени от възможността за налущване на верния отговор, въпреки че вероятността е значително по-малка ( в нашия случай за една задача с пет дадени отговора вероятността е  $\frac{1}{5}$ , а за n - задачи -  $\frac{1}{n5}$  ), отколкото при задачите с алтернативен характер.

Следният пример показва използването на задачи с множествен отговор в два от вариантите на тест N 2 върху упражнения:

- N 14 Електронен микроскоп
- N 15 Характеристики на полупроводникови диоди
- N 16 Характеристики и параметри на транзистор
- N 18 Термоелектрични явления

#### ВАРИАНТ N 1

#### Задача N 10

Топлината на Пелтие  $Q_{\Gamma}$  не зависи от:

- а) големината на електричния ток, преминаващ през спойката;
- б) посоката на електричния ток, преминаващ през спойката;
- в) съпротивлението на проводниците;
- г) големината на електричния заряд, преминаващ през спойката;
- д) времето, за което електричния заряд преминава през спойката

#### ВАРИАНТ N 2

#### Задача N 10

Знакът на топлината на Пелтие  $Q_{\Gamma}$  се определя от:

- а) посоката на електричния ток, преминаващ през спойката;
- б) знакът на отделената Джаулева топлина в проводниците;
- в) знакът на коефициента на Пелтие;
- г) контактът метал - метал;
- д) контактът метал - полупроводник.

Правилният отговор и на двете задачи е само един за вариант N 1 - в; за вариант N 2 - д. Операционализираната цел: Да умеят да разграничават и посочват физичните величини от които топлината на Пелтие  $Q_{\Gamma}$  зависи, проверява 4-то познавателно равнище от таксономията на Блум.

Трудността (трудност на тестова задача е равна на количеството знания за решаването ѝ) на двете задачи е оценена по теоретичен път, съгласно метода на П. Галанов (Галанов, 1992; Галанов, 1994; Галанов, 1994).

Същността на методиката за оценка на обективната трудност на физична задача (това е валидно и за цял тест, тъй като той е съвкупност от няколко задачи) се състои в оценка на сложността на нейното решение чрез разделянето му на съставни елементарни операции (под операция се разбира всяка умствена дейност, която може да се разглежда като специфична и е предизвикана от желанието да се реши конкретната физична задача).

На базата на общото алгоритмично предписание за решаване на физични задачи и алгоритъма за оценяване относителната им тежест е установено, че за правилното решение на задачи под N 10 са необходими 12 операции, т.е. те притежават еднаква трудност.

Предлаганата от проф. П. Галанов технология (Галанов, 1992; Галанов, 1994; Галанов, 1994) позволява да се оценява и незавършено решение на дадена задача по броя на правилно извършените операции.

Експерималното определяне трудността на тестовите задачи (респективно тестовите като цяло); тяхната дискриминативна сила и анализът на функционалността на дистракторите предстоят да бъдат направени. Предстои и

изпробване на тестовете; оценка на качествата им - надежност, валидност, норми и оформяне на окончателните варианти.

Освен многовариантност на създадените дидактически тестове е предоставена и възможност при решаването им, студентите да използват "пищов" по собствен избор ("пищов" - ръководства, протоколи, лекции, специализирана литература, учебници, справочници и др.) (Беспалко, 1982). С моделирането на такава учебна ситуация при провеждането на дидактическия тест ще се избегне надпреварата в изобретателността между преподаватели и студенти; ще се създаде нормален психологически климат и ще се въздейства върху възпитанието на учащите се, т.е. върху изграждането на личностни качества като отговорност, самостоятелност, активност и др.

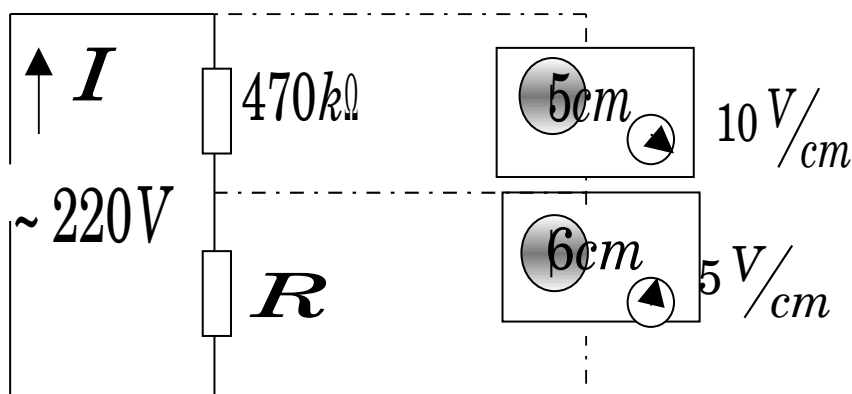
Провеждането на тест "с отворена книга" изисква текстовете или формулировката на задачите да не се вземат пряко от учебника, за да не се стимулира механичното наизустяване на учебния материал.

Провеждането на тест "с отворена книга" предоставя на студентите подходяща възможност за осмисляне на знанията и включването им в действие. От особено значение в тези случаи е умението им бързо и ефективно да използват необходимата информация за решаване на творческите задачи. Като обективен критерий дали една задача е творческа е целесъобразно да се използва предложението от Фулър (1988), а именно, че една задача е творческа за студента, когато се решава с помощта на повече от един закон. Например задача N 3, Тест N 2, Вариант N 3 е зададена по следния начин:

1. Стойността на неизвестно съпротивление  $R$  може да се намери косвено с помощта на осцилоскоп .

По данни от фигурата изчислете и посочете вярната стойност за  $R$  :

- a)  $282\Omega$  ;
- б)  $470\Omega$  ;
- в)  $32k\Omega$  ;
- г)  $282k\Omega$  ;
- д)  $470k\Omega$  .



Правилното решение на тази задача и изграждането на четвъртата подточка изисква 29 операции, които са значително повече от операциите, необходими за решаването на една алгоритмична задача, каквато е примерно задача N 7, Тест N 2, Вариант N 1:

Обикновено транзисторен усилвател с обща база има коефициент на усилване 50. Какво входно напрежение е необходимо за да се получи изходен сигнал 1V :

- a) 0.02V;
- б) 0,5V;
- в) 1V;
- г) 50V;
- д) 100V.

Решението на тази задача изисква прилагането на един физичен закон, с което необходимите операции са 15 на брой.

Използването на подходяща преводна скала между оценки в проценти и която и да е "бална" система е сериозен научен и практически проблем. Основно изискване към преводните скали е получилите с тях

повече от граничния пропускател бал (оценка) студенти да могат да продължат успешно своето обучение.

За да се работи успешно в редица инженерни области, като например: електронни елементи, материалознание, ядрена енергетика и др., е необходимо преди всичко да се познават добре основите на съвременната физика. Физиката е базов елемент в научното познание на инженера и е "вратата" към новостите в техниката и технологиите. Ето защо използваната скала за преминаване от проценти в оценки по шестобалната система е строга в изискванията си към подготовката на студентите и има добра прогностична валидност, относно следващата им подготовка.

Таблица № 1. Скала за преминаване от проценти в оценки по шестобалната система

При отговор на студент, оценен в проценти:

в интервал	100% - 90%	се пише	отличен (6)
в интервал	90% - 80%	се пише	мн.добър (5)
в интервал	80% - 70%	се пише	добър (4)
в интервал	70% - 60%	се пише	среден (3)
Под	60%	се пише	слаб (2)

Доброто познаване възможностите на тестовете като метод за проверка и оценка на знанията и уменията на студентите, ще осигури тяхното пълноценно прилагане в учебния процес и обективност в заключителното оценяване. Изпитът дава възможност за цялостно и системно изложение на знанията и демонстриране на уменията. В традиционния си вариант, обаче, изпитът (стандартен писмен или устен) е насочен обикновено към възпроизвеждане на знанията. Преодоляването на този недостатък може да се постигне чрез използване на различни варианти на изпита и включване на някои от тези варианти като отделни фази в заключителното оценяване.

Разработените дидактически междинни тестове върху лабораторния практикум по физика във ВУЗ могат да бъдат използвани като една такава фаза в изпита. Те ще осигурят получаването на навременна обратна връзка от студентите по отношение на прогреса им и самите те ще могат да ги използват като средство за самооценяване. Възможността учащите се сами да следят своите постижения в хода на обучението и да провеждат самоконтрол преди изпитите създава необходимата предпоставка те да приемат процедурата за тестов контрол като процедура за обективен контрол. В резултат на това ще се измени системата на взаимоотношения между преподавателя и студента: възприемането от студента на преподавателя като единствен носител на изискванията, които по някога изглеждат не винаги ясни или обосновани, ще се смени с възприемането като сътрудник за реализиране на обективните изисквания, заложиени в указанията по изпълнение на дидактическия тест.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алексиева, Ем., 1994. Разработване на тестове за проверка и оценка на знанията. С.
- Андреев, М., Людсканов, В., 1975. Лабораторна физика. С., Наука и изкуство.
- Армутлийски, Д. и др., 1978. Лабораторен практикум по физика. Варна, ВМЕИ.
- Беспалко, В. П., 1982. Основи на теорията на педагогическите системи. С., Народна просвета.
- Бижков, Г., 1992. Теория и методика на дидактическите тестове. С., Просвета.
- Бижков, Г., 1995. Методология и методи на педагогическите изследвания. С., Аскони.
- Галанов, П., 1992. Технология на обучението по физика (записки). С.
- Галанов, П., 1994. Изграждане на дидактиката на физиката като технология за подготовка и провеждане на обучение по физика в средните училища. Хабилюационен труд. С.
- Галанов, П., 1972. Алгоритмичен подход при обучението на учениците да решават физични задачи. В.: Проблеми на обучението по физика, С.
- Галанов, П., 1972. Съвременни схващания за проверката и оценката на знанията на учениците по физика. В.: Проблеми на обучението по физика, съст. А. Манолов, С., НП.
- Галанов, П., 1992. Относно необходимостта от създаване на стандартна система за проверка и оценка на знанията на учениците по физика и нейната... В.: Доклади от XX юбилейна национална конференция върху въпросите на обучението по физика, сб. С.
- Галанов, П., 1994. Относно определянето на понятието трудност на учебно съдържание и неговото дидактическо значение. – Физика.
- Галанов, П., 1994. Методика за обективна оценка на знанията и уменията на учениците по физика чрез тестове. - Физика, N 4.
- Галанов, П., 1992. Една съвременна технология за определяне целите на обучението по физика. Физика, N 2.
- Георгиева, И. и др., 1994. Ръководство за лабораторни упражнения по физика. С., ВХТИ, Мартилен.
- Гюрова, В. и др., 1997. Провокацията учебен процес. Практически съвети за университетския преподавател. С., Аскони.
- Джерахов, Н. и др., 2000. Лабораторни упражнения по физика. С, МГУ.
- Костова, З. и др. 1998. Как да учим успешно? Иновации в обучението. С., Педагог.
- Манев, Хр., 1995. Лабораторно ръководство по физика. С., ВИАС.
- Таргов, П., 1982. Методика на обучението по физика. С., Наука и изкуство.
- Фулър, Х., Фулър, Р. М., Фулър, Р. Г., 1988. Физиката в живота на човека. С.

## INNOVATIONS IN PHYSICS LABORATORY PRACTICE IN UNIVERSITY

Julia Ilcheva<sup>1</sup> Petar Galanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700, Bulgaria

<sup>2</sup> Sofia University "St. Kliment Ohridski", Sofia 1164, Bulgaria

### ABSTRACT

In the conditions of developing market economy, the Bulgarian higher education should be equivalent in quality and quantity to the world and especially the European one, as well as convertible; the foreign companies and institutions should recognize i.e. the Bulgarian university education. A special research about the implementation of innovations in the field of the pedagogical technologies is needed so that the pedagogical process be enriched with ideas, methods and answers, with the help of which we could talk about integration of the Bulgarian education in the European and world research programs.

For the Bulgarian higher education (engineering in particular) the technology for formulation and implementation of the testing system is an innovation. Along with the laboratory practice in the University of mining and geodesy, multiversion tests, based on many kinds of exercises, have been worked out. The purpose of these tests is to examine the skills and the knowledge of the students, related to the carried out laboratory practice. This goal is consistent with the studied material and the time needed for the examination. The tests include problems, checking up the 6 knowledge levels, according to the taxonomy of the American psychologist Benjamin Blum. Their structure varies, so that the possibility of guessing the correct answers is minimized. The problem with cheating has also been solved with the help of the multiversion didactical test and the possibility given to the student to show knowledge obtained from reading additional science literature.

During the last few years new concepts as "reform", "reforming pedagogy", "competitive education", "innovations in education", "provocations in educational process", etc. (Bishkov, 1992; Bishkov, 1995; Guirova, 1997; Kostova, 1998) have been entering the Bulgarian pedagogical press. This is based on the fact that, although fixed European standards in the system of higher education don't exist, the basic principles, goals and problems of our education should be harmonized with the European and world requirements, disregarding the national, ethnical and political differences. Especially today, in the conditions of developing market economy, the Bulgarian higher education should be equivalent in quality and quantity as well as convertible, i.e. mobile, to the world and European one.

The prolonged isolation of the Bulgarian education (and that of the former communist countries) from the world experience demands a careful study of all the western educational achievements and their successful adaptation to the Bulgarian conditions.

A special research about the implementation of innovations in the field of the educational technologies is needed, so that pedagogical process be enriched with ideas, methods and answers. On the base of these methods and answers we could talk about integration of the Bulgarian education in the world and European research programs.

For the Bulgarian education (engineering in particular), the technology for formulating and implementing of a test system is an innovation.

By a decree from 1936 tests were not used in the former Soviet Union, also affecting former European communist countries (Bulgaria, the Czech and Slovak republic, Poland, Hungary). Scientists were forced only to translate and use popular western

tests, without standardizing them towards the requirements of the educational process in their own countries.

In the 70s, articles and developments of didactical tests, as well as publications of tests in some subjects, appeared in the local press, but they were intended for students in High Schools. Tests meant for the education in physics in University did not exist yet.

If we examine the specific character of the pedagogical system in the University we'll find that its structure, according to V. Bespalko (1982), may be presented in the following way:

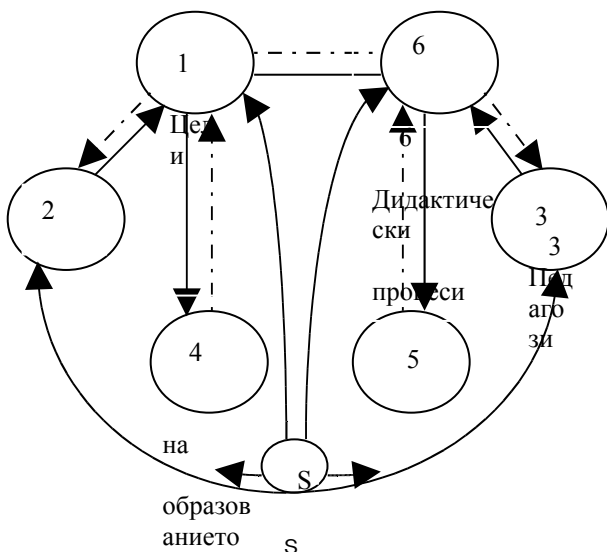
1. Goals;
2. Students;
3. Teachers;
4. Contents of the educational program;
5. Organizational units;
6. Didactical process;

Didactical tests are included in 5, like all the other elements of the pedagogical system.

If 4 is the subject Physics in a University, then 5 will include:

1. an extra cathedra method of teaching;
2. practical method (physics demonstrations and physics laboratory practice);
3. problems solving;
4. tests;

5. didactical tests;



Studying these methods, i.e. the didactical process, the problem of their effectiveness comes forward. This problem relates to the ability to follow and control the process of learning and has great importance for students and instructors. It helps students improve their learning and teachers – their teaching.

The methods that allow quantitative measuring have higher objectivity in the final result. The didactical tests in this way of thinking have standard – “with the standard we can reach the conclusion about the quality of the test carried out, i.e. the uncertainty of the different instructors about the students’ mark is eliminated. The students themselves can use it as a technique for self-estimation. The more exact the students’ expectation about his/her mark, the higher the quality of their work.

The result from the test has a positive effect on the students’ motivation, because it does not depend on the personality of the teacher and is just a function of the students’ knowledge. The opinion of the instructor about students’ knowledge and skills does not matter in this case. The important thing is how many of the problems in the test have been correctly solved. This fact creates the feeling that the mark is objective and does not depend on personal opinion

of a teacher, who uses “the method of estimation by sight”.

Along with the laboratory practice in physics multiversion tests, based on many kinds of exercises, have been worked out. These midterm tests are a necessity in the process of education, because achieving higher results in physics needs not only objective method of estimation, but also a way “the cheating” to be avoided. To solve this big problem an average mark is advisable, one that reflects the results from the following: work with physics instruments and measuring tools, the carried out didactical tests and written protocols.

Doing tests for estimating the skills and knowledge of the students does not eliminate the possibility of using them along other methods. Achieving a better objectivity in the process of estimation and successful realizing of its basic forms need sensible combining of different methods that should be consistent with the studied material and its position in the structure of teaching.

The main advantages of didactical tests are:

2. the difficulty of the test problems can be controlled;
3. time can be saved;
4. objectivity of the mark;
5. positive motivation;

The good understanding of the potential of different tests suggests their correct usage, i.e. in the most appropriate way. Methods by PhD P. Galanov (Galanov, 1992; Galanov, 1994) have been used in formulating the midterm multiversion tests in the physics laboratory practice. The purpose of these tests is to examine the skills and the knowledge of the students during the process of their education. This goal is consistent with the studied material and the time needed for the examination. The material consists of themes that have been studied in other Universities such as Sofia University. Thus, a standardization of the physics tests and a possibility for comparing the achievements of students from different Universities is achieved.

The formulated didactical tests are in fact an effort to estimate the students’ capability of doing research with the help of the studied material. Requirements for the tests (validity, exactness, simplicity and synonymity) have been met. The tests problems examine 6 knowledge levels, according to the taxonomy of the American psychologist Benjamin Blum. Their structure varies, i.e. there are problems with given answers, and the student should choose

the correct one, and there are problems for finding logical mistakes; problems with diagrams that should be completed and discussed; problems for planning a result under the operation of another factor; problems checking the meaning of physical quantity; problems for checking up the understanding of the whole material; problems for examining the skills needed for finding physical quantities using an algorithm, i.e. examining the ability to use a physical law to create problems. With the help of problems like these, the possibility for guessing the right answer is minimized, and with formulating essay problems this possibility does not exist.

The system “n from 5”, formulated for the needs of the extramural University of Hagen (West Germany), that has been used for examination, is a new answer for the multiple-choice problems. Tests about the studied material have been worked out. They consist of questions and problems that have 5 possible answers. The students know that they have to choose minimum 1 and maximum 3 answers. The point of this test is to minimize the possibility of guessing the right answer, because the student has to think about all the given choices. Every right answer gets 1 point, and the highest result for a problem is 5 points, when all the choices are correct and the wrong ones are not chosen. (Bishkov, 1992).

This system is used for formulating multiple-choice problems, i.e. there are 5 answers for each problem. There is either 1 correct or 1 wrong answer, depending on what is asked in the text of the problem. The estimation is not according to the “points” method, but to the number of operations needed for the problem to be solved. Although the possibility for guessing the right answer is less than the one for problems with alternating character, it still exists (in our case with 5 given answers this possibility is 1/5, and for n problems it is  $1/5^n$ ).

The following example shows how multiple-choice problems are used in two of the choices of test N2.

- N14 Electrical microscope
- N15 Characteristics of a semi-conductor diode
- N16 Characteristics and parameters of a transistor
- N18 Thermo electrical phenomenon

## VERSION 1

### Problem 10

Peltie’s heat does not depend on:

- a) magnitude of the electricity, passing through the solder;
- b) direction of the electricity, passing through the solder;
- c) resistance of the conductor;
- d) magnitude of the electrical charge, passing through the solder;
- e) time, needed for the electrical charge to pass through the solder.

## VERSION 2

### Problem 10

The sign of Peltie’s heat depends on:

- a) direction of the electricity, passing through the solder;
- b) the sign of the emitted Jaul’s heat in the conductors;
- c) the sign of the Peltie’s coefficient;
- d) contact metal – metal;
- e) contact metal – conductor.

The right answer to both of the problems is only one. The purpose is : the students should be able to tell apart and show the physical quantity that define Peltie’s heat. This goal checks up the 4<sup>th</sup> knowledge level from the taxonomy of Blum.

The difficulty of the test problems is equal to the knowledge needed for solving it. For both of the versions it has been estimated theoretically, according to P.Galanov (Galanov, 1992; Galanov, 1994, Galanov, 1994).

Estimating the objective difficulty of a physics problem (that can be used for a test too) means estimating how difficult it is for the particular problem to be solved. Dividing the process of solving the problem into separate operations does this. By operation we mean every brain work that can be looked at as a specific and is done for the sake of solving the given physical problem.

Using the common instructions for solving physical problems and the algorithm for estimating their difficulty, it can be concluded that for solving



problem N10 we need 12 operations. That means both of the problems are equally difficult.

The technology suggested by PhD P. Galanov (Galanov, 1992; Galanov, 1994, Galanov, 1994) allows us also to estimate a complete answer by using the number of the right operations.

The experimental defining of the difficulty of the test still has to be done. The problems need also to be tested about their quality, validity, reliability, and formulating the test versions.

Besides multiversion didactical tests certain help is offered to the students. It's called "a gun" and consists of literature, materials, protocols and reference books. (Bespalko, 1982) Creating such a situation along with the carrying out of the didactical test helps avoiding the competition between students and teachers, a normal psychological climate will be created and it will influence the education of the students, i.e. it will help bringing up character features like responsibility, independence, active behavior and so on.

Carrying out a test like this one requires the formulation of the problems to be different from the one in the textbooks, in order to avoid learning the material by heart and not understanding it.

The open book test gives the students the chance to think about the material and to test their understanding of it.

The most important skill in cases like this is to be able quickly and effectively to use the necessary information for solving problems. A criterion about the creativity of a problem exists. It's called Fuller criteria and suggests that a problem is creative if two or more physics laws should be used for its solving. For example problem N3, test N2, version N3:  
5. The resistance  $R$ , which is an unknown quantity, can be estimated with the help of an oscilloscope.

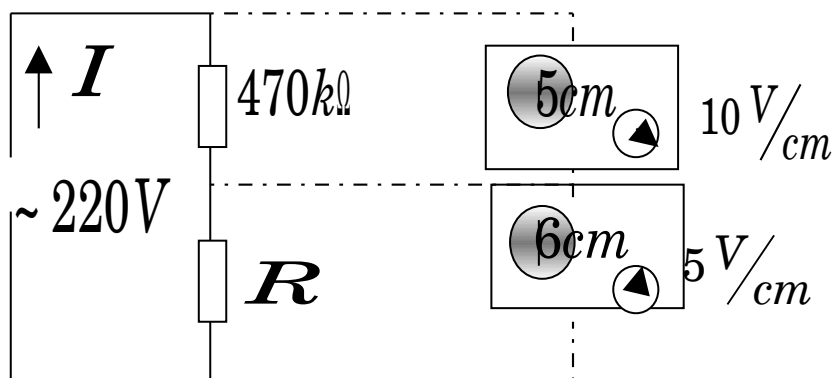
By using data from the figure, estimate and choose the right answer.

- a)  $282 \Omega$ ;
- b)  $470 \Omega$ ;
- c)  $32 \text{ k}\Omega$ ;
- d)  $282 \text{ k}\Omega$ ;
- e)  $470 \text{ k}\Omega$ .

The correct answer to this problem and choosing it (answer E) takes 29 operations to be done, which is relatively more than the number of operations needed for solving an algorithmic problem, such as problem N7, test N2, version N1

Simple transistor amplifier with common base has coefficient of amplifying 50. What entering pressure is necessary in order to obtain outgoing signal 1 V:

- a)  $0,02 \text{ V}$
- b)  $0,5 \text{ V}$
- c)  $1 \text{ V}$
- d)  $50 \text{ V}$
- e)  $100 \text{ V}$



Solving this problem requires using one physical law and 15 operations.

Finding appropriate scale for translating percentage marks into examination marks is a serious practical and technical problem. If there are more students that have passed an exam thanks to the scale, they should be able to continue their study and this is a basic requirement for these skills.

To work successfully in many engineer fields like: electrical units, knowledge for the materials; nuclear electricity, one needs to understand the basics of contemporary physics. Physics is an important knowledge for an engineer and is "the door" towards technique and different technologies. That's why the scale for translating percentage marks into examinational ones is very strict in its requirements fir the students and has excellent prognostic validity, concerning their future knowledge

Table N1. Scale for translating percentage marks into examinational ones.

If a student gets the following percentage marks

between	100% - 90%	gets	Excellent (6)
between	90% - 80%	gets	Very good (5)
between	80% - 70%	gets	Good (4)
between	70% - 60%	gets	Satisfactor (3)
under	60%	gets	Poor (2)

Good understanding of the possibilities given by tests as a method of examination and estimation of students' knowledge and skills will provide their thorough implementation into the process of education and objectivity of the final grade. The exam gives the student a chance to show in a systematic and thorough way his/her knowledge and demonstrate his/her skills.

In its traditional version, however, the exam (written or oral) focuses on reproduction of the studied material. Overcoming this disadvantage can be accomplished by using some versions of an exam and elimination of others as separate phases of the final estimation.

The formulated didactical midterm tests consistent with the physics practice at the University can be used as a phase of the exam. They'll provide correct information floe from students to teachers about students' progress and will make them able to examine themselves alone.

This opportunity to control your own grades and progress creates the necessity for the students to accept the tests as an objective estimation. As a result, the relationship student/teacher will be changed. The teacher will no more be just a person who demands and instructs but an assistant who helps students realize the objective requirements of the didactical test.

## REFERENCES

- Aleksieva, E. 1994. "Formulating tests for examination and estimation of the knowledge", Sofia.
- Andreev M., Luckanov, V. 1975. "Laboratory Physics", Sofia.
- Armutlijski, D. 1978. "Laboratory practice in physics, Varna.
- Bespalko, V. 1982. "Basic theory of pedagogical systems", Sofia.
- Bishkov, G. 1992. "Thery and methodology of didactical tests", Sofia.
- Bishkov, G. 1995. Methods and methodology of pedagogical research", Sofia.
- Galanov, P. 1992. "Technology of physics education", Sofia.
- Galanov, P. 1994. "Formulating didactical physics as a technology for preparing and teaching physics in High School", Sofia.
- Galanov, P. 1972. "Algorithm of teaching students how to solve problems in physics", Sofia.
- Galanov, P. 1972. "Contemporary methods for examination and estimating students' knowledge in physics", Sofia.
- Galanov, P. 1992. "About the necessity of creating a standardized system for examination and estimating students' knowledge and skills", Sofia.
- Galanov, P. "About estimating the difficulty of the studied material and its didactical meaning".

- Galanov, P. 1994. "Methodology for objective estimating of students' knowledge and skills in physics".
- Galanov, P. 1992. "A contemporary technology for formulating physics educational goals".
- Georgieva, I. 1994. "Guide for physics laboratory practice", Sofia.
- Giurova, V. 1997. "The provocation of educational process. Practical advises for university lecturers", Sofia.
- Jerahov, N. 2000. "Laboratory guide in physics", Sofia.
- Kostova, Z. 1998. "How to learn successfully? Innovations in education", Sofia.
- Manev, Hr. 1995. "Laboratory guide in physics", Sofia.
- Targov, P. 1982. "Methodology of physics education", Sofia.
- Fuller, 1988. "Physics in human life", Sofia.

*of Physics, Faculty of Geology*

*Recommended for publication by Department*