

Проверка и оценка на знанията и уменията на студентите в лабораторния практикум по физика

Калинка Величкова, Майя Вацкичева

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. Оценка е количествена мярка за знанията на учащите се. Когато е прецизно поставена и точно отразява нивото на знанията им, тя влияе стимулиращо на по-нататъшната учебна дейност на учениците и студентите. Голямо затруднение срещат преподавателите при оценяване на работата на един студент по време на лабораторните практикуми, тъй като трябва да се оценят познаването на фактическата информация, интерпретацията ѝ, способността творчески да се прилага наученото за решаване на нови проблеми, способността за формулиране на оценъчни съждения на основата на предварително зададени критерии. В настоящата работа е предложена конкретна методика за проверка и оценка на всеки един компонент от комплексната дейност на студентите в лабораторния практикум по физика. Тази методика е използвана за първи път в МГУ през втория семестър на учебната 2003/2004 г. и включва измерване на теоретичните знания за изследваните физични явления и процеси, на способността за прилагане на тези знания за разрешаване на практически проблеми, на уменията за работа с уреди и инструменти и уменията за отчитане на резултатите от експеримента под формата на протокол. Анализът на резултатите показва, че такава форма на контрол дава възможност за по-цялостна проверка на знания и практическите умения на студентите и за по-прецизно оценяване на експерименталната им работата.

EXAMINATION AND EVALUATION OF THE STUDENTS' KNOWLEDGE AND SKILLS DURING LABORATORY PRACTICUM OF PHYSICS

ABSTRACT: The rating is a quantitative measure for students' knowledge. When the mark is precisely done and reflects exactly student's knowledge level, it affects stimulatingly on their further activity. The lecturers meet big difficulties appreciating the student's activities during classes of laboratory Physics, because they should estimate the knowledge of factual information, its interpretation and student's ability to apply creatively these knowledge for solving new problems, as well as the ability for formulating of estimated ratiocination based on preliminary given criteria. An analysis of difficulties in appreciating the experimental work of students in every aspect was done. A didactics experiment was preformed including an individual physical problem based on material, studied during laboratory practice and test, where some questions are used for examination of the knowledge and others – about applying this knowledge for solving real physical problems. The analysis of results shows that such form of control gives the possibilities for complete examination of student's theoretical knowledge and practical skills and for more precise appreciation of their experimental work.

Увод

Оценката е количествено съответствие на знанията на учащите се. Когато е точно поставена и отразява коректно нивото на знанията им, тя влияе стимулиращо на дейността им, усилва упорството и волята пред срещаните по време на ученето трудности. Обективното оценяване на знанията и уменията на учащите се, обаче, все още е един нерешен проблем предвид широкия смисъл на категориите "знания" и "умения". Те включват познаване на фактическата информация по дадена учебна дисциплина, интерпретацията ѝ, способността творчески да се прилага наученото за решаване на нови проблеми, способност за формулиране на оценъчни съждения на основата на предварително зададени критерии.

Обучението по физика в българските висши училища е организирано в три форми – лекции, семинарни занятия за решаване на задачи и лабораторен практикум. Дейността на студентите в лабораторния практикум е комплексна. Там се проявяват както техните теоретични знания, така и уменията им за прилагането на тези знания в конкретна ситуация и уменията за извършване на изследователска работа. В този смисъл оценяването на този комплекс от дейности е много трудно.

В статията предлагаме методика за проверка и оценка на студентите в лабораторния практикум по физика (ЛПФ), с която сме се стремили да обхванем всички компоненти на дейността им. Измерват се теоретичните знания за изследваните физични явления и процеси, способността за прилагане на тези знания за разрешаване на практически проблеми, уменията за работа с уреди и инструменти и уменията за отчитане на резултатите от експеримента под формата на протокол.

Проверка и оценка на теоретичните знания

За проверка на теоретичните знания и уменията на студентите да ги прилагат за решаването на физични проблеми с приложен характер бяха разработени тестове. Те включват както въпроси и задачи с изборен отговор, така и със свободен отговор. В Минно-геоложкия университет лабораторният практикум по физика е организиран в 6 цикъла – "Механика", "Молекулна физика", "Електричество и магнетизъм", "Светлина и оптика", "Трептания и вълни" и "Квантова оптика и ядрена физика". След анализ на теоретичния материал към упражненията (в някои случаи това е материал, който не е включен към лекциите) бяха конкретизирани изискванията към знанията и уменията на студентите, които трябва да бъдат

измерени. Като пример ще посочим конкретизацията за едно от упражненията от цикъл "Механика" на тема "Модул на линейна деформация". Студентите трябва да:

1. Разпознават закона на Хук за линейната деформация;
2. Формулират закона на Хук за линейната деформация;
3. Дават определение за физическия смисъл на модула на Юнг;
4. Формулират връзката между коефициента на линейна деформация α и модула на Юнг E ;
5. Знаят мерните единици на величините, включени в закона на Хук;
6. Прилагат закона на Хук за решаване на прости задачи.

Изискването в точка 6 е поставено, тъй като при обработката на резултатите от експериментите, провеждани в лабораторния практикум, за намирането на търсената величина (модула на Юнг), се решава именно проста задача.

Въз основа на така направената конкретизация на знанията и уменията, първо бяха подготвени два варианта на тест върху цикъл "Механика". Не бе необходимо да се изработват повече варианти, защото броят на студентите в една група е средно 10-12 човека и лабораторните зали предлагат добри възможности за самостоятелна работа на всеки от тях.

Без да включваме целия тест с неговите варианти, ще предложим само някои от въпросите и задачите отнасящи се до упражнение "Модул на линейна деформация".

Въпроси за разпознаване със структуриран отговор

- Посочете формулата, изразяваща закона на Хук за линейната деформация:

- a) $E = FL / S\Delta l$ б) $\alpha = FL / S\Delta l$ в) $E = S\Delta l / FL$
 г) $dM = \varphi dD$ д) $dD = \varphi dM$

- Посочете вярната мерна единица на модула на Юнг:

- a) $N.m^2$ б) m^2 / N в) N / m^2 г) N / kg д) $N.kg$

Въпроси за формулиране с открит (свободен) отговор

- Формулирайте словесно и математически закона на Хук за линейната деформация.

- Какъв е физическият смисъл на модула на Юнг?

Задача с приложен характер

Медна жица с дължина 1.5 метра и напречно сечение $1mm^2$ се разтяга под действие на сила 12 N. Какво ще бъде удължението на жицата?

Резултатите от първоначалното провеждане на тест "Механика" показаха, че задачите с открит отговор от типа на последната се решават от един до двама студента във всяка група, като останалите не правят дори и опит да я решат. В същото време с подобна задача, отново с изискване за пълно решение, но с предоставени за избор отговори се справят 6 - 7 души. Тази особеност в поведението на студентите отдаваме на негативното им отношение към решаването на задачи въобще и на схващането им, че това е една твърде сложна дейност

(дори и в случая на елементарна задача като тази в примера).

В направения анализ на постиженията върху тест "Механика" бе установено какъв тип формулировка и отговори на въпросите и задачите създават положително отношение и мотивация за решаването им. Тогава пристъпихме към създаването на тестове към другите цикли от упражнения. Като цяло работата по тестовете през изминалия семестър се състоеше в изпробването на различни по трудност въпроси и в опити за правилен подбор на дистракторите (грешните отговори). Предстои да се извърши анализ на качествата на тестовете по отношение на тяхната валидност и надеждност и да бъдат съответно стандартизирани.

За оценяването на постиженията от тестовете използвахме следната методика: Оценка среден (3.00) се поставя при резултат равен на 30% от максималния брой точки, а оценка Отличен (6.00) при 100%. Формулата за изчисляване на оценката z е

$$z = x + N.y,$$

където N е получения от студента брой точки, а x и y са коефициенти. Те се определят от праговите стойности на N за получаване на оценка (3.00) и (6.00).

$$3 = x + (30\% N_{\max}) . y$$

$$6 = x + (100\% N_{\max}) . y$$

$N_{\max}$ е максималният брой точки, който може да се получи при решаването на теста.

Трябва да се има предвид, обаче, че не съществуват единни критерии за определянето на праговата стойност, отговаряща на оценка Среден (3.00) - в случая 30% $N_{\max}$. Възможно е да се използва възприетата в средните училища практика за съотнасяне на оценките към различните равнища на знанията и уменията. Целите на обучението се подреждат според йерархията им. В дидактическата литература това се нарича таксономия на целите. Най-често се използва когнитивната таксономия на Блум (Андреев, 1996):

- Познаване – категорията включва възпроизвеждане, разпознаване, припомняне на факти, закони, определения и т.н. в същата форма, в която са възприемани и усвоявани;

- Разбиране – предполага трансформация на знанията и фактите в по-разбираеми форми;

- Приложение – опериране със знанията за решаване на непознати задачи;

- Анализ – включва обяснение за това как си взаимодействат и функционират частите на цялото;

- Синтез – комбиниране на частите на цялото по начин, който не е съществувал преди това;

- Оценяване – разрешаване на противоречиви ситуации, като се преценяват творчески основанията.

Оценка Среден (3) се поставя при изпълнение на целите на ниво познаване, Добър (4) – на ниво разбиране, Много добър (5) – на ниво приложение и Отличен (6) – за следващите равнища.

Нека като пример да разгледаме един хипотетичен тест, с който се проверяват всички нива на усвояване на знанията и уменията. Нека този тест да се оценява с максимален брой точки – 20. За да определим минималния брой точки, който съответства на оценка Среден (3.00), се сумират точките за въпросите от теста, измерващи ниво “знания”. Такива са например въпросите за разпознаване в предложената извадка от тест “Механика”. Нека тази сума да е 8 точки. Това е 40% от максималния брой и долен праг за получаване на положителна оценка.

Описаната методика за изчисляване на оценката има възможност да се прилага към всеки тест, независимо от броя въпроси и максималния му брой точки.

Проверка и оценка на уменията за работа с уреди и инструменти

Експериментът е основен метод за достигане до научно познание във физиката. В този смисъл обучението на студенти по дисциплината трябва да включва знания за: методите за изследване на физичните явления; устройство, принцип и начин на работа с основни уреди; измерване с инструменти.

В лабораторния практикум е възможно да се проверяват и оценяват най-вече познанията и уменията на студентите за работа с уреди и инструменти. Въпроси, свързани с устройството и точността им на измерване, могат да се включат към теста за контрол върху теоретичните знания.

Практическите умения на студентите да боравят с различни физични уреди и инструменти могат да се оценят чрез системно наблюдение върху работата им по време на лабораторните упражнения. Като метод за диагностика на учебните постижения наблюдението трябва да се провежда според определени изисквания за валидност и надеждност. То трябва да бъде “целенасочено, планомерно и да служи на целите за изучаване на заобикалящата действителност” (Бижков, 1995).

Резултатите от наблюдението върху дейността на студентите се отразява в специално изготвена за целта бланка, която включва наблюдаваните лица и техните прояви. Предварителната подготовка, която се изисква от преподавателя, е да определи основните категории за наблюдение. Категориите в случая представляват уменията, които студентите трябва да придобият по време на лабораторния физичен практикум. Когато една категория е по-комплексна по характер, тя следва да се декомпозира на няколко критерия (показателя). Следващата стъпка е определянето на скалата, по която ще се измерва степента на проявление на показателите и изработването на бланката за наблюдение.

Определяне на критериите за наблюдение

В отделните цикли от упражнения на ЛПФ студентите трябва да придобият умения за работа с уреди и инструменти за измерване на основни физични величини, характерни за съответния раздел от физиката. В Минно-геоложкия университет това са умения за: измерване на разстояния и размери, маси, интервали време (цикъл “Механика”); обем, температура и налягане (цикъл

“Молекулна физика”); електричен ток, напрежение, съпротивление и др. (“Електричество и магнетизъм”) и т.н.

Тъй като в МГУ при изработването на упражненията от даден цикъл се използват едни и същи инструменти, регистрацията на показателите на наблюдението провеждахме по време на последното упражнение от всеки цикъл.

Като пример за съставяне на критерии за наблюдение и тяхното декомпозирание ще дадем отново упражнение “Модул на линейна деформация”. Опитната постановка включва медна жица, която се подлага на линейна деформация чрез опън, при натоварване с тежести с определена маса, нивелир и микрометричен винт за определяне на удължението на жицата. Инструментите, които се използват, са рулетка, микрометър и везна. В Таблица 1 са показани категориите и как те се декомпозират на няколко критерия.

Умението за провеждане на експеримент с дадена опитната установка включва умения за работа с всеки неин уред. Правилното използване на инструментите означава студентът да избере най-подходящия за конкретното измерване и да отчете вярно (с минимална грешка) показанията му. Всеки показател на наблюдението се измерва с двустепенна скала – умението се проявява (а) или не се проявява (б). Възможно е да се използва и скала с повече степени, но трябва да се спазва изискването отделните степени да са добре различими (Бижков, 1995).

За да се получи карайният вид на бланката за наблюдение, към Таблица 1 трябва да се добавят още две колони за имената на наблюдаваните лица и за индивидуалния коефициент K , който показва в каква степен те са усвоили уменията и се изчислява по формулата:

$$K = \frac{N_a \cdot (+1) + N_b \cdot (-1)}{N},$$

където N_a и N_b са съответно честотите на проявление и на непоявление на уменията, а $N = N_a + N_b$ е броят на всички наблюдения (показатели). Възможните положителни стойности на K варират в интервал от 0 до 1. Оценката, която съответства на коефициента на всеки студент може да се пресметне по същата методика, използвана в тестовите. За съжаление в този случай не можем да предложим обективен критерий за определяне на праговата стойност за получаване на оценка Среден (3.00). Всеки преподавател сам трябва да направи този избор като се основава на своя професионален опит.

Ще разгледаме един пример за оценяването на уменията на даден студент. Нека за него в таблицата да са отчетени 7 пъти степен а и 2 пъти б. Тогава:

$$K = \frac{7 \cdot (+1) + 2 \cdot (-1)}{9} = 0,56.$$

Ако оценка Среден (3.00) поставяме при постигане на 30% от максималния резултат, от системата

Таблица 1

Категории и показатели за наблюдение при оценяването на уменията на студентите за работа с физични уреди и инструменти.

Работа с опитна установка						Работа с допълнителни инструменти							
Работа с нивелира		Работа с микрометричния винт				Работа с рулетка				Работа с микрометър			
		Калибриране на прибора		Отчитане на показанията		Правилен избор на уреда		Отчитане на показанията		Правилен избор на уреда		Отчитане на показанията	
a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b

$$3 = x + 0.30y$$

$$6 = x + 1.00y$$

определяме $x = 1,71$ и $y = 4,29$. Следователно оценката

$$z = 1,71 + 4,29K,$$

или в конкретния случай получаваме

$$z = 1,71 + 4,29 \cdot 0,56 = 4,11.$$

По този начин за всеки студент се поставя оценка, съответстваща на индивидуалния му коефициент K .

През изминалия семестър в МГУ резултатите от наблюдението фиксирахме по време на последното упражнение от всеки цикъл. Накрая бяха пресметнати средните стойности на оценките от всички проведени цикли.

Оценка на уменията за водене на протокол към упражненията от лабораторния практикум

Една от целите на обучението в ЛПФ е изграждането на умения и навици за отразяване на резултатите от физичен експеримент по подходящ начин. Изискванията към протоколите, в които това се прави са:

- в уводната част да се напише най-същественото за изследваното явление, включително работните формули;
- опитната постановка да се представи с чертеж или схема придружени с кратко описание;
- в експерименталната част да се представят данните от измерването по подходящ начин – в таблица, чрез графика и т.н.;
- да се пресметнат търсените физични величини;
- да се определи грешката от измерването;
- да се направят изводи за получения резултат.

Всяко едно от тези изисквания може да се приеме като показател, степента на проявление на който да се отчете в бланка, подобна на тази, показана в Таблица 1. По начин, аналогичен на посочения в предния параграф, се

определя коефициент K' , индивидуален за всеки студент, и се поставя оценка върху уменията за водене на протокол.

Пресмятане на общата оценка

В края на семестъра всеки студент ще има по три оценки – върху теоретичните си знания, върху уменията си за работа с уреди и инструменти и тези за водене на протокол. Нека ги отбележим с z_1 , z_2 и z_3 . В ЛПФ основната цел е развиването на умения, а не получаването на теоретични знания, затова считаме, че при изчисляването на общата оценка z_2 и z_3 трябва да се вземат с по-голям тегловен коефициент от z_1 . При оценяването на студентите в МГУ възприехме оценката върху теорията да има тежест $\frac{1}{4}$, а оценките за работа с уреди и инструменти и за оформянето на протокол да са с еднакво тегло и сумарната им тежест да е $\frac{3}{4}$ от общата оценка. Тогава оценката на студента се получава по следната формула:

$$z = \frac{1}{4}z_1 + \frac{1.5}{4}(z_2 + z_3).$$

Заклучение

Описаната методика за оценяване на постиженията на студентите в лабораторния физичен практикум беше използвана за първи път в МГУ с първокурсниците през втория семестър на учебната 2003/04 г. Предстои да се извърши стандартизирането на тестовете. Трябва да се разработят тестове и бланки за наблюдение и за студентите от втори курс.

В сравнение с провежданите досега колоквиуми в края на всеки семестър считаме, че тази методика дава по-пълна възможност за правилно и обективно оценяване на знанията и уменията на студентите, проявяващи се в лабораторния практикум по физика.

Литература

- Андреев М., 1996. *Процесът на обучението*.
Бижков Г., 1995. *Методология и методи на педагогическите изследвания*. С., "Аскони-издат", 387 с.