

## Първопричини за проблемите на обучението по физика във висшите технически училища и някои насоки за преодоляването им

**Майя Вацкичева, Калинка Величкова**

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

**РЕЗЮМЕ:** Накратко е представена организацията на учебния процес по физика в българските висши технически училища чрез нейните основни форми – лекции, семинарни занятия за решаване на задачи и лабораторен практикум. Очертани са проблемите, които възникват в обучението в резултат на този тип организация. Набелязани са типичните пропуски в знанията и уменията на учащите се, които се пренасят от средното към висшето училище. Предложени са конкретни решения за преодоляване на изложените проблеми на обучението по физика във ВУЗ. Това са решения, които не изискват големи промени в организационен план и са във възможностите на всяко едно висше училище. Изказани са и някои по-обща препоръки, за изпълнението на които е необходимо единдействието на техническите университети и съдействие от страна на Министерството на образованието и науката.

### REASONS FOR PROBLEMS IN PHYSICS EDUCATION IN HIGHER TECHNICAL SCHOOLS AND SOME DIRECTIONS FOR THEIR OVERCOMING

**ABSTRACT:** The organization of education in Bulgarian universities is represented in short. The problems that originate in education as a result of this type of organization are outlined. The typical gaps in knowledge and skills of students that transfer from secondary school to higher are traced. Concrete solutions for overcoming the exposed problems in Physics education in higher school are offered. These solutions do not demand essential changes in organization and every higher school has the possibilities to apply them. Some recommendations for improving the quality of education in secondary school are given.

### Увод

В българската образователна система обучението по физика като самостоятелна дисциплина започва в 7 клас и продължава до 12 клас. В 12-ти клас физиката се изучава само под формата на задължително-избираема подготовка (ЗИП) в профилирани паралелки. Хорариумът за целия курс по физика е съответно 230 часа за непрофилирани и 372 часа за профилираните паралелки. Това е крайно недостатъчно за овладяване на основите на физиката и в никакъв случай не може да служи за базова научна подготовка за овладяване на общо-инженерните дисциплини в техническите университети. В бившите техникуми (сега се наричат професионални училища) броят на часовете е дори още по-съкратен - 108 часа общо, от които 2 ч. седмично в 9 клас и по 1 ч./седм. в 10-ти, а основно именно завършилите техникум се насочват към следване в инженерните висши училища. Недостатъците на учебните програми за училищното обучение по физика водят до големи затруднения при обучението в следващите степени – колежи и университети.

### Методи на обучение във висшите училища

#### Най-често срещани проблеми

В университетското обучение по физика се прилагат три основни метода: лекция, решаване на задачи (в така нар. семинарни занятия) и лабораторен практикум.

#### Лекция

Лекцията е разновидност на метода на изложението и представлява системно и непрекъснато разработване на дадена тема от програмата през целия учебен час (Андреев, 1996). Като метод лекцията има своите недостатъци. За най-съществени в литературата се посочват "ориентирането на интелектуалната дейност на обучаемите преди всичко към паметта" (Андреев, 1996) и най-често – пасивното възприемане и отношение към преподавания материал.

Как могат да се преодолеят тези недостатъци? Ето някои препоръки:

- Да се спазва структурата на изложението (като метод). Всяка лекция трябва да започва с подходящо въстъпление. То има голямо психологическо значение, тъй като въвежда слушателите в предстоящата дейност, предразполага ги и съсредоточава вниманието им към основното съдържание на изложението. Следва представянето на основното съдържание в логически издържана последователност, която подпомага по-лесното му възприемане. В края на лекцията се резюмират основните моменти и се правят съответните изводи и заключения, чрез което вниманието още веднъж се насочва към най-съществените страни на изложението. Добре подготвената и правилно изнесена лекция по физика оставя трайни следи в съзнанието на студентите.

- По време на лекциите да се използват разнообразни графични методи и различни пособия за онагледяване на излагания учебен материал по физика. Да се провеждат някои демонстрационни опити. Така ще се привлече вниманието и повиши интереса на студентите към изложението на преподавателя.

- Личният контакт между лектора и студентите е фактор, на който следва да се отделя нужното внимание.

- Тъй като физиката е основополагаща дисциплина за по-нататъшното инженерно образование, излагането на учебния материал трябва да става с подчертан акцент върху приложенията му в индустрията и техниката, особено от областта на бъдещата професия на обучаемите.

- При изготвянето на лекционния курс преподавателят трябва да се съобрази както с минимума знания по физика, съобразени със съответната образователна степен, така и с по-специфичните знания от различни области на физиката, свързани с конкретната специалност на подготвяните студенти.

За избора на лекцията като основен метод на обучение във висшите училища определящ е големият обем физични знания, които преподавателят трябва да предаде на студентите в сравнително малък брой часове. Лекцията остава най-подходящият метод в условията на съвременното обучение по физика в университетите въпреки недостатъците си.

#### *Решаване на задачи*

Решаването на задачи като метод на обучение има за цел изграждането на умения и навици за прилагане на теоретичните знания за разрешаване на различни (теоретични и практически) проблеми. В процеса на прилагане теоретичните знания се задълбочават, доизясняват и усвояват по-трайно (Ницолова и Таргов, 1973).

Във висшите училища студентите решават задачи по физика в т.н. семинарни занятия (упражнения). Целта е да се формират умения и навици за самостоятелно решаване на проблеми от различни области на физиката. Проблемите в този случай се пораждат не от естеството на метода на обучение, а предимно от недостатъчния брой часове, определени по програма за семинарни занятия, и големите пропуски в знанията и уменията по физика при обучението в средните училища.

През изминалата учебна година в програмата на първокурсниците от нито една специалност в Минно-геоложкия университет например не бяха предвидени часове за решаване на задачи. За настоящата учебна година бяха направени съответните корекции и семинарните занятия отново ще заемат своето място в учебната дейност. В ХТМУ, например, студентите имат по 3 часа седмично упражнения по физика, като един от тях е посветен на решаването на задачи, а в ТУ – София - 10 часа семестриално само за специалности от МФ, ТФ, МТФ, СФ, ПМ.

Във висшите училища трябва да се надградят както знанията, така и уменията и навиците, за прилагането им върху вече придобитите по време на обучението в средното училище. Точно тук се явява най-съществен проблем – няма я основата, върху която да се надгражда. Както вече бе споменато причината за това е малкият брой часове, в които се изучава физиката в средните училища. За сравнение можем да посочим, че в Англия в двете нива на средното образование – Lower secondary и Upper secondary (или Advanced level) – физиката се изучава с общ хорариум около 500 часа при 108 ч. за

непрофилираните и 232 ч. за профилираните паралели у нас.

Три са основните причини за затрудненията, които срещат студентите в семинарните занятия: липса на достатъчно теоретични знания по физика; липса на математични знания и умения; немотивираност за дейност на студентите в тези занятия. Всеизвестно е, че повечето студенти учат само по време на сесия. Как тогава те ще придобият нужните им теоретични знания? За решаването на този проблем смятаме, че е необходимо: да се затегне контрола върху посещаемостта на лекциите; да се провежда текущ контрол върху теоретичния материал по физика, както това се прави в семинарните занятия върху решаването на задачи.

Най-често срещаните проблеми при математическата обработка на физичните задачи са:

- Неумение за извършване на обикновени математически операции със степенни функции (от вида  $10^x$ ) – умножението и делението им при еднаква основа, повдигането им на степен, повдигане на сума и произведение на степен и др. За решаването на физични задачи това е съществен проблем, тъй като използваните физични величини трябва да бъдат представени с оновната си дименсия. Това в много случаи налага превръщането на кратните или дробни мерни единици в основни, при което възниква множител от вида  $10^x$ . Например, в упражнението “Модул на линейна деформация” за диаметъра на металната жица и масата на телата, причиняващи удължението, необходими за пресмятането на модула на Юнг, са измерени стойности 0.97 $\mu$ m и 485g, но при заместване в работната формула диаметърът трябва да бъде превърнат в метри [m], а масата - в килограми, [kg], и стойностите им се записват съответно 0.97 $\times 10^{-6}$  m и 485  $\times 10^{-3}$  kg.;

- Несъответствието в програмите по математика и физика изпъква най-силно именно в семинарните занятия. Оказва се, че студентите от някои специалности до определения момент или не са изучавали диференциално и интегрално смятане, или познанията им са само теоретични, което се дължи отново на малкия брой часове за семинарни занятия, в този случай по математически анализ.

Един вариант за повишаване на ангажираността на студентите към упражненията в семинарите е поставянето за самостоятелно решаване на определен минимум от физични задачи. Мотивацията за посещаване на семинарните занятия и за самоподготовка би нарастнала, ако в изпита по физика се включи освен теория и решаване на задачи с превес на последните.

Пропуските от средното училище и ненавременното усвояване на необходимия математически апарат за нуждите на физиката и в частност за решаването на задачи по физика, води до невъзможност за повишаване на равнището на знанията и уменията по физика във висшите училища над това в средното училище.

#### *Лабораторен практикум*

Лабораторният практикум е метод на обучение за формиране на практически умения и навици за работа с уреди и измервателни инструменти, който приучава към самостоятелно и целенасочено наблюдение на физичните

явления и процеси. За да може лабораторният практикум да протича успешно, е необходимо студентите предварително да се подготвят за всяко от упражненията. В МГУ изискванията към тази подготовка включват предварително усвояване на нужния теоретичен материал от ръководството за лабораторния практикум (това е особено важно когато има разминаване с учебния материал, преподаден на лекциите) и изработване на уводната част на протокола, в който ще се отразят измерванията от конкретното упражнение.

През изминалата учебна година в Минно-геоложкия университет някои от преподавателите въведоха тестове за проверка на готовността на студентите за всяко упражнение. Бяха разработени тестове, включващи от 6 до 8 въпроса към всяко упражнение от циклите “Механика”, “Молекулна физика”, “Електричество и магнетизъм” и “Оптика”. Акцентът беше поставен върху разбирането на явленията, което ще се наблюдава, основни знания за измервателните уреди и обработката на резултатите. До упражнението бяха допускани само студенти, неотговорили максимум на 2 от въпросите.

Наблюденията показаха, че подготвилите се действително се справят по-добре с провеждането на самия опит. В отделни случаи, когато студенти бяха допускани по уважителни причини да работят упражнение без предварителна подготовка, те имаха пасивна позиция по време на часа и проблеми с последващата обработка на резултатите.

Като следваща мярка през идващата учебна година всяко упражнение ще бъде представено с неговата “интелектуална карта”, подобно на тези за преподаване на урока по физика в училище, като се наблегне на най-важните моменти в конкретното упражнение. Това ще допринесе за създаването на някакъв алгоритъм както в процеса на работа, така и в подготвянето на протоколите с резултатите от експеримента.

Дейностите, които извършват студентите по време на лабораторните упражнения, включват: наблюдаване на определено явление/ия; измерване на физични величини, които го/ги характеризират; установяване наличието на закономерности между тези величини или проверката ѝ; графично изобразяване на функционални зависимости, въз основа на експериментално измерените данни; определяне на търсените величини чрез числени (аналитични) и графични методи; пресмятане на относителната грешка на крайния резултат от експеримента.

Многогодишната работа на авторите и техните колеги от катедра “Физика” на МГУ показва някои повтарящи се грешки, които студентите допускат при изработването на протоколите. От наблюдение, извършено върху работата на 74 студента през двата семестъра на учебната 2003/2004 година, бе получено и количествено измерение на най-често срещаните грешки:

1. Незнание по отношение на това, кои са основните мерни единици на измерваните величини и каква е връзката между тях и кратните или дробните им мерни единици – 42%.

2. Грешки в изчисленията – 36% от студентите допускат елементарни математически грешки при това не от невнимание, а поради незнание. Например записват, че  $4 \times 10^5 = 4^5$ .

3. Грешки при чертането на графики. За да може да се пресметне търсената величина от получените при експеримента данни в някои от лабораторните опити е необходимо първо да се начертае графика на базата на тези данни. Такива са например опитите, включени в упражненията “Топлопроводност на твърдо тяло”, “Характеристики на полупроводникови диоди”, “Ефект на Хол” и др. Изискванията към графичното представяне на резултатите от експеримента и процентното съотношение на студентите, които поради незнание не ги спазват, са следните:

а/ На абсцисната ос на координатната система се нанасят стойностите на независимата променлива (аргумента на функцията), а на ординатната зависимата (функцията) – 2% от студентите в наблюдаваната група сменят местата на аргумента и функцията.

б/ За по-голяма прегледност стойностите трябва да нарастват от ляво на дясно по абсцисната ос и отдолу нагоре по ординатната – в това отношение не се наблюдават пропуски от незнание, а само от невнимание.

в/ За да бъде информативна графиката, мащабът върху осите трябва да бъде подходящо избран, в зависимост от размаха на стойностите на измерените величини и точността при измерването им. Той може да бъде различен върху двете оси. Наблюдението върху 74-те студенти показва, че 20% от тях не знаят какво е това мащаб и нанасят стойностите неравномерно; 8% вместо да оразмерят през равни интервали всяка от осите, нанасят конкретните стойности от измерването; 15% подбират неподходящ мащаб, при което графиката получава твърде непригледен вид.

г/ Невинаги е необходимо да се посочва нулевата точка на осите – 5% от студентите във всяка своя графика поставят нулата, за всяка от осите, независимо че това води до недобро разположение на графиката върху чертежа като цяло.

д/ От графиката трябва да е ясно кои величини и в какви мерни единици се нанасят по осите на координатната система – при 23% липсват обозначенията на величините, а при 36% – мерните единици. Подобни грешки обезсмислят цялата графика.<sup>1</sup>

Наблюдава се като цяло негативно отношение на студентите към чертането на графики, което е първият признак за това, че те срещат затруднения в тази област. Други съществени пропуски са, че не се подлагат на анализ по отношение на достоверността им крайните резултати от измерванията и изчисленията, което е признак, че студентите не виждат зад числата реалните физични величини. Не умеят да работят със справочна литература – това са различни таблици с физични константи и величини, както и таблици, в които са показани стойностите на физичните величини за различните материали.

Всички пропуски в знанията на студентите, които се наблюдават по време на лабораторните упражнения водят до едно безкрайно коригиране на протоколи - вдействителност, се обръща повече внимание на уменията

<sup>1</sup> Общата сума от процентите надхвърля 100%, тъй като един студент може да допуска повече от една от посочените грешки.

за извършване на математичните операции, отколкото на физичната същност на измерените величини и наблюдаваните явления. Това, от своя страна, води до намаляване на интереса към този вид дейност и на възможностите на метода на обучение да доведе до исканите резултати.

## Заклучение

От направеното изложение се вижда, че основните проблеми възникват тогава, когато в средното училище не са били усвоени достатъчно задълбочено и трайно основите на физиката. Какво може да се направи, за да се преодолеят съответните пропуски?

В частен план всеки преподавател (независимо дали става въпрос за лекции или упражнения) би могъл да отдели известно време за попълване на някои пропуски в знанията на студентите, но поради малкия брой часове, отделени по програма за курса по физика, по-реално би било не да се губи от оскъдното време на занятията, а студентите да се насочат към съответната допълнителна литература.

В глобален план могат да се предложат мерки (в някои висши училища вече се предприемат такива), които биха довели до подобряване качеството на обучението по физика и издигането му на нужното равнище. Ръководството на ХТМУ – София, например, е приело решение за провеждането на уводен курс по физика, математика, химия, който се очаква да бъде въведен като задължителен в учебната програма на студентите от всички специалности за учебната 2004/2005 година. Той ще се

провежда преди началото на първи семестър. Целта на курса е да се опреснят или допълнят знанията по физика и другите предмети. По този начин различието в гимназиалната подготовка на отделните студенти ще се намали, а времето несъответствието в учебните програми по тези дисциплини ще бъде компенсирано и няма да е в ущърб на учебния процес. Това е все пак някакво решение, но то касае само дадения университет.

Смятаме за необходимо проблемите в обучението по физика в техническите висши училища да се поставят на задълбочено обсъждане между катедрите по физика на тези университети и да се изработи общо становище по въпроса за необходимия хорариум и съдържание на курс по физика, който да може да изпълнява функциите си на солиден фундамент за изграждане на стабилни инженерни знания, умения и навици. Присъединяването на нашите колеги, учители в средните училища, към обсъждането, би направило работата по-ползотворна и богата на идеи за преодоляване на проблемите в обучението по физика.

Крайното становище от дискусиата да бъде доведено до знанието на министъра на образованието и науката и да се настоява за взимането на съответните реални мерки, съгласно това становище.

## Литература

- Андреев М., 1996. *Процесът на обучението*, С., "Св. Кл. Охридски", 209 с.  
Ницолова С., П. Таргов, 1973. *Методика на обучението по физика*, С., "Наука и изкуство", 69 с