

## ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПРОТОКОЛА

В лабораторния практикум, писането на протокол след всяко конкретно лабораторно упражнение има за задача да изгради у студентите умения да представят резултатите от експерименталната си дейност в писмен вид. Това е част от уменията, които трябва да притежава всеки специалист, занимаващ се с точни науки (а не само с физика), и в този смисъл оформянето на резултатите от измерванията или изследванията в протокол е неотменна част от професионалното обучение.

Най-общо казано, за да може протоколът да изпълни задачата си той трябва да бъде оформен така, че четящият го да може да си отговори на следните три въпроса: Каква е била задачата на упражнението? Как е решена тази задача? Какво е получено като краен резултат? За да се реализира тази цел е прието изложението да следва определена логика, която се отразява в изискването да се спазва определена структура на протокола. С леки модификации тази структура на изложението е същата и при другите форми на писмено представяне на резултатите от експериментална дейност (научни статии, доклади, отчети и т. н.) и поради това изграждането на умения за правилно структуриране на изложението е само по себе си цел на лабораторния практикум.

Конкретно за лабораторните упражнения по физика е необходимо да се следва следната структура (последователност) на изложението в протокола:

### *1.1 Цел на упражнението*

Често конкретната задача на упражнението е формулирана в темата му. Почти винаги, обаче, освен конкретната задача (например, измерване стойността на дадена физична величина) упражнението има и съпътстваща цел, която е демонстрация, частично изследване и използване на дадено явление или физичен закон. Тя също трябва да се формулира в този раздел на протокола.

### *1.2 Теоретично въведение и постановка на задачата*

Задачата на този раздел е да даде кратка, но все пак ясна, представа за явлението, с което е свързана темата на упражнението, да се дефинират основните величини и да се формулират основните закони, които са обект на изучаване и/или използване при изпълнението на конкретната задача. Накрая на раздела трябва да се формулира и конкретната задача (задачи), която трябва да бъде решена в упражнението.

За тази цел е необходимо:

- (а) Да се опише явлението, което е обект на демонстрация и изучаване, ако такава задача фигурира в целите на упражнението
- (б) Да се дефинират необходимите величини и понятия и да се формулира съответният закон (законали)
- (в) Да се формулира конкретната задача, която трябва да се реши в съответното упражнение

### *1.3 Схема на опитната постановка и методика на експеримента*

В този раздел на протокола задачата е да се даде кратко, но ясно, описание на конкретната експериментална процедура, която ще бъде използвана за решаването на вече поставената в предния раздел задача (или задачи) на упражнението.

За тази цел е необходимо:

(а) Да се направи схематичен чертеж на опитната постановка (пречертава се от ръководството), снабден с легенда (указание за основните възли и елементи на постановката).

(б) Да се дадат формулите, които ще бъдат използвани за крайните пресмятания на величините, които са обект на измерване в упражнението. Ако тези формули са вече дадени в предния раздел, не е необходимо да се записват отново, а само се указва, коя формула от предния раздел трябва да се използва.

(в) Максимално кратко, но ясно, да се опише последователно стъпка по стъпка процедурата за изпълнение на упражнението, като се почне от конкретните измервания, мине се през евентуалните междинни пресмятания и се завърши с пресмятането на крайния резултат (резултати).

#### *1.4 Данни, резултати от измерванията и пресмятанията*

В този раздел се записват данните за стойности на величини, които са предварително определени и дадени наготово, както и резултатите от всички измервания и пресмятания. Като правило в него се разполагат и графиките, ако са предвидени такива.

Абсолютно задължително е всички стойности на дадените, измерени или изчислени физични величини да са с указани единици в система SI. Ако някои стойности са дадени или измерени в извънсистемни единици, то преди да бъдат използвани за някакви пресмятания задължително трябва да бъдат изразени в системни единици и едва тогава да бъдат замествани във формулите.

Когато се пресмята по някаква формула стойността на дадена величина, всички междинни пресмятания се правят на отделен лист. В протокола се записва само крайния резултат, а самата формула трябва да е дадена в някой от предните раздели. Полезно е листите с междинните пресмятания да се пазят и да се носят при представянето на протокола за да може асистента на упражненията да помогне за откриването на евентуални грешки в изчисленията.

Последователността на записаните в протокола стойности трябва да следва последователността на изпълнение на упражнението т. е. те трябва да бъдат групирани и записани в следната последователност:

(а) Данни – В тази група трябва да бъдат записани всички стойности, които са дадени наготово и са необходими за следващите пресмятания. Обикновено тези стойности са дадени на самата опитна постановка или в ръководството. В някои случаи се дават и от водещия асистент.

(б) Резултати от преките измервания – Тук трябва да бъдат записани резултатите от преките измервания, направени в хода на изпълнение на упражнението. В зависимост от конкретната задача (задачи) те могат да бъдат организирани в една или повече таблици.

(в) Резултати от пресмятания на спомагателни величини – В някои упражнения е необходимо да се пресметнат определени спомагателни величини, които след това се използват за пресмятането на крайния резултат в упражнението. Ако в конкретното упражнение съществуват такива, то логично е в изложението те да предхождат крайния резултат.

(г) Резултати от косвените измервания – Записват се резултатите от определянето на стойностите на величините, чието измерване е основна задача на упражнението.

(д) Графика на изследваната зависимост (зависимости), ако в упражнението е предвидено да се построи графика.

Горната последователност на записите в протокола е примерна и не може да обхване конкретните особености на всички упражнения. Например, в редица случаи е удобно резултатите от преките измервания, определянето на крайния резултат и оценката на грешката да се обединят в подходяща таблица. В този случай просто се следват указанията на водещия асистент или ръководството. Друга ситуация е когато в упражнението трябва да се изпълнят две или повече различни задачи. Тогава подходящото структуриране на данните и резултатите в раздела може да е друго и се определя от водещия асистент.

#### *1.5 Преценка на точността и краен резултат*

Ако в упражнението е предвидено да се оцени грешката на измерването, то в този раздел трябва да се запише формулата за оценка на грешката и полученият резултат от оценката. И за да се завърши протокола, накрая трябва да се запише полученият в предния раздел резултат от измерването, комбиниран с направената оценка на грешката. За целта може да се използва, както абсолютната, така и относителната грешка, като се спазват коментираните правила за

измерителните единици. Ако в упражнението не се предвижда оценка на грешката от измерването, то в този раздел се записва само крайния резултат от измерването.

С други думи, ако задачата на упражнението е свързана с измерването на дадена физична величина  $V$  и оценка на грешката на измерването, то крайният резултат задължително се представя във вида

$$V = (\bar{V} \pm \Delta V) [V] \quad \text{или} \quad V = \bar{V} [V] \pm \varepsilon \%$$

където символът  $[V]$  обозначава мерната единица на величината  $V$ . Ако не се предвижда оценка на грешката, то крайният резултат се записва във вида

$$V = \bar{V} [V]$$

Примерен протокол за едно конкретно упражнение, направен в съответствие с горните изисквания, може да се намери на адрес [phys.tu-sofia.bg/PROTOKOLI/physics\\_1/Example.pdf](http://phys.tu-sofia.bg/PROTOKOLI/physics_1/Example.pdf)