

MARIAN GŁOWACKI, ZYGMUNT OLESIK  
WŁADIMIR KONASZENKO, WALENTYNA CARENKO  
INSTYTUT PEDAGOGICZNY W SMOLEŃSKU

## **BADANIE OPTYMALNEGO MODELU PRACOWNI DYDAKTYKI FIZYKI**

### **I. Wstęp**

Podstawą fizyki jako nauki racjonalno-empirycznej, jak również procesu nauczania tego przedmiotu jest eksperyment [1]. Pełni on w poznaniu obiektywnie istniejącej rzeczywistości dwie zasadnicze funkcje, czyli jest źródłem wiedzy i stanowi kryterium jej prawdziwości [2]. Funkcje te mają swoje odzwierciedlenie w szkolnym eksperymencie fizycznym, który powinien opierać się na fundamentalnej zasadzie nauczania fizyki, zasadzie pogładowości. Szkolny eksperyment jest niezbędny podczas:

- zapoznawania się ze zjawiskami fizycznymi, właściwościami ciał,
- kształtowania pojęć fizycznych,
- wykrywania zależności między wielkościami fizycznymi,
- weryfikacji hipotez,
- wyjaśniania budowy i zasady działania przyrządów,
- utrwalania, powtarzania i kontroli wiadomości,
- rozwiązywania zadań.

Przed szkolnym eksperymentem fizycznym stawiane są następujące cele dydaktyczno-wychowawcze [3, 4]:

- nauka techniki eksperymentu,
- zapoznanie się z metodologią badań eksperymentalnych,
- ułatwienie zrozumienia i wyjaśnienie zjawisk zachodzących w przyrodzie,
- kształtowanie i rozwijanie zainteresowań,
- poszerzanie i pogłębianie ogólnych wiadomości,
- rozwijanie intelektualnych zdolności,
- wyrabianie samodzielności,
- kształcenie umiejętności samooceny i samokontroli,
- kształtowanie osobowości,
- powiązanie wiedzy pozaszkolnej z fizyką (porządkowanie wiedzy „zdroworozsądkowej”).

Okazją do realizacji wymienionych celów są zajęcia w różnych laboratoriach, przez które „przechodzi” student w czasie studiów. Pełna realizacja tych celów powinna nastąpić w czasie zajęć w pracowni dydaktyki fizyki. Zajęcia te przygotowują studenta do roli przyszłego nauczyciela fizyki w zakresie techniki oraz organizacji eksperymentu szkolnego i metodyki jego wykorzystania. Przedstawione cele stawiają przed pracownią dydaktyki fizyki określone zadania dotyczące kształcenia umiejętności przeprowadzania:

1. laboratoryjnego eksperymentu ilościowego, a w tym:
  - a. zaplanowania metody i czynności związanych z wykonaniem danego eksperymentu,
  - b. zaplanowania optymalnych warunków wykonania eksperymentu w oparciu o wyniki pomiarów próbnych,
  - c. opracowania wyników pomiarów i ich analizy [5, 6, 7],
2. laboratoryjnego eksperymentu jakościowego a głównie:
  - a. planowania jakościowych eksperymentów problemowych,
  - b. organizowania sytuacji problemowych,
  - c. konstruowania doświadczalnych zadań problemowych,
3. eksperymentu pokazowego, a w tym:
  - a. doboru właściwych przyrządów,
  - b. planowania czynności nauczyciela i ucznia,
  - c. doboru właściwych technik demonstracji,
  - d. ukierunkowania obserwacji,
4. doświadczeń modelowych i gier symulacyjnych, a w tym:
  - a. doboru i wykorzystania materialnych modeli statycznych i dynamicznych,
  - b. projektowania modeli,
5. mikrokomputera do:
  - a. symulacji zjawisk fizycznych towarzyszących eksperymentowi,
  - b. symulacji zjawisk fizycznych niemożliwych do pokazania w szkolnych warunkach,
  - c. wspomagania procesu planowania, przeprowadzania i oceny wyników eksperymentu.
6. technicznych środków kształcenia,
  - d. sprawdzania wiadomości studenta,
7. umiejętności wkomponowywania eksperymentu w tok procesu dydaktycznego,
8. umiejętności samodzielnego projektowania, wykonania i naprawy najprostszych przyrządów spotykanych w szkołach.

Zadania powyższe mogą być realizowane w rozmaity sposób w pracowni dydaktyki fizyki. Przedstawione badania dotyczą dwu modeli pracowni, pracowni tradycyjnej ze szczegółowymi instrukcjami i opracowaniami dotyczącymi poszczególnych ćwiczeń (IP w Smoleńsku) oraz problemowej,

w której studenci sami planują ćwiczenia a instrukcje dotyczą tylko poszczególnych przyrządów (WSP w Częstochowie).

## II. Model pracowni dydaktyki fizyki w Instytucie Pedagogicznym w Smoleńsku

W profesjonalnym przygotowaniu nauczycieli fizyki ważną rolę odgrywają zajęcia laboratoryjne, które pogłębiają wiedzę zdobywaną na wykładach, konwersatoriach i seminariach. Pozwalają one zastosować w praktyce prawa fizyki i opracować technikę eksperymentu fizycznego. W czasie zajęć laboratoryjnych student poznaje przyrządy pomiarowe, metody pomiaru wielkości fizycznych, uczy się opracowywać wyniki eksperymentu, ćwiczy wnioskowanie oparte o dane eksperymentalne. Ogólnie rzecz biorąc, poznaje metodologię eksperymentalnego badania zjawisk fizycznych.

Na kierunku Fizyka Wydziału Matematyczno-Fizycznego Instytutu Pedagogicznego w Smoleńsku studenci rozpoczynają zajęcia laboratoryjne od przedmiotu „Uczenie elementów teorii niepewności pomiarowych”, którego celem jest poznanie podstaw statystycznej teorii niepewności przypadkowych. Na kolejnych zajęciach laboratoryjnych stosują poznaną wiedzę do opracowania wyników pomiarów (I pracownia fizyczna).

W celu ułatwienia wykorzystania poznanej wiedzy w praktycznej działalności Katedra Fizyki Ogólnej wydaje poradniki metodyczne do ćwiczeń laboratoryjnych w I Pracowni fizycznej, zawierające podstawowe wiadomości o pomiarach fizycznych i ich opracowywaniu [8, 9].

Każde ćwiczenie laboratoryjne jest realizowane w pięciu etapach samodzielnej działalności studenta:

1. przygotowanie do pracy,
2. kolokwium dopuszczające do danego ćwiczenia,
3. przeprowadzenie eksperymentu,
4. sporządzenie pisemnego sprawozdania,
5. zaliczenie ćwiczenia.

Studenci przygotowują się do ćwiczenia poza czasem zajęć w pracowni. Na tym etapie konieczne jest zapoznanie się z teoretycznymi podstawami zjawisk, które będą obserwowane lub badane w przeprowadzonych eksperymentach. Studenci zapoznają się także z metodyką eksperymentu oraz z zestawem ćwiczeniowym, przygotowując arkusze sprawozdań pisemnych. W przygotowaniu mogą wykorzystać metodyczne opracowania do ćwiczeń w obrębie poszczególnych działów programowych np. z optyki [9].

Opracowanie do każdego ćwiczenia obejmuje:

- nazwę ćwiczenia i cel pracy,
- wykaz przyrządów,
- wstęp teoretyczny,

- opis układu pomiarowego i metody pomiaru,
- zadania, pytania, rekomendacje dotyczące opracowania ćwiczenia,
- literatura.

Studenci zdają sobie sprawę z tego, że metodyczny poradnik do ćwiczeń jest tylko podstawą do wykonania eksperymentu. Odsyłacze skierowują studentów do dodatkowej literatury, pozwalającej pogłębić wiedzę teoretyczną i metodyczną. Przygotowanie do ćwiczenia powinno być takie, aby pozwoliło zdać ustne kolokwium wstępne. Pomiary i ich opracowanie odbywa się w trakcie zajęć w laboratorium. Ćwiczenie kończy ustne zaliczenie obejmujące praktyczną i teoretyczną wiedzę dotyczącą przeprowadzonego ćwiczenia.

Do obliczeń w laboratorium wykorzystuje się mikrokalkulatory oraz mikrokomputery Yamaha. Mikrokomputery te są wykorzystywane również do sprawdzania wiadomości studentów.

Przedstawiony tryb przebiegu ćwiczenia obowiązuje również w pracowni dydaktyki fizyki (laboratoryjne zajęcia obejmujące metodykę i technikę fizycznego eksperymentu w szkole). Tutaj dodatkowo studenci prowadzą zeszyt, w którym zapisują wyniki swoich prac celem wykorzystania ich w przyszłej pracy w szkole.

Do każdego działu fizyki przygotowywane są instrukcje zawierające:

1. nazwę działu fizyki, którego dotyczy instrukcja,
2. cele ćwiczenia,
3. podstawowe oprzyrządowanie,
4. rekomendacje dotyczące przygotowania ćwiczenia obejmujące:
  - a. zapoznanie ze szkolnym programem oraz podręcznikami dotyczącymi danego działu,
  - b. zaznajomienie się z podstawowym oprzyrządowaniem do demonstracji w obrębie działu,
  - c. wykorzystania metodycznej literatury dotyczącej techniki demonstracji.
5. wskazówki: co przygotować w zeszycie przed przystąpieniem do ćwiczenia,
6. część praktyczną dotyczącą demonstracji i ich metodycznego wykorzystania,
7. zadania metodyczne,
8. wykaz literatury.

Student fizyki po zajęciach I pracowni fizycznej, pracowni elektrotechniki, radiotechniki, technicznych środków nauczania i pracowni dydaktyki fizyki powinien znać przyrządy, wyposażenie potrzebne w pracowni fizycznej, umieć planować stanowiska ćwiczeniowe i poszczególne eksperymenty oraz znać podstawowe prawa fizyki. Zajęcia w pracowni dydaktyki fizyki odbywają się na 3 i 4 roku studiów i obejmują 80 godzin lekcyjnych.

### III. Model pracowni dydaktyki fizyki w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Częstochowie

W polskich uczelniach kształcących nauczycieli fizyki studenci uczestniczą w następujących laboratoriach o różnym stopniu zaawansowania wykonywanych ćwiczeń:

- I pracownia fizyczna,
- pracownia elektroniczna,
- II pracownia fizyczna,
- pracownia dydaktyki fizyki.

Wszystkie zajęcia w powyższych laboratoriach, na studiach kształcących nauczycieli fizyki powinny służyć jednemu celowi: przygotowaniu przyszłego nauczyciela fizyki do samodzielnego planowania i przeprowadzania eksperymentu fizycznego, zarówno ilościowego jak i jakościowego. Ukoronowaniem będą zajęcia w pracowni dydaktyki fizyki, gdzie student nauczy się wykorzystywać eksperyment fizyczny w procesie nauczania i uczenia się fizyki w szkole.

Pierwszoplanową rolę w kształceniu nauczycieli fizyki odgrywa I Pracownia fizyczna. Student fizyki po raz pierwszy ma tu okazję zastosować praktycznie swą wiedzę z fizyki a jednocześnie nauczyć się podstawowych metod prowadzenia eksperymentu badawczego. Pracownia ta powinna być niejako wstępem do pracowni dydaktyki fizyki.

W I pracowni student powinien dobrze poznać przyrządy pomiarowe, ich wykorzystanie do badań fizycznych, nauczyć się opracowywania i analizy danych pomiarowych oraz rozwiązywania prostych problemów eksperymentalnych.

Pomocą dla studentów w przygotowaniu do zajęć w I pracowni fizycznej służy zbiór instrukcji [10] obejmujący regulamin pracowni, instrukcje do ćwiczeń, metody opracowywania danych doświadczalnych, wzór opracowania sprawozdania i wykaz literatury.

Następnym etapem rozwijającym umiejętności przyszłego nauczyciela fizyki w zakresie planowania i przeprowadzania eksperymentu fizycznego jest pracownia elektroniczna. Tu student zapoznaje się z zastosowaniem współczesnej elektroniki i mikroelektroniki, uczy się badania układów elektronicznych oraz samodzielnego projektowania i montażu podstawowych układów.

W pracowni elektronicznej, przy wykonywaniu ćwiczeń montażowych pojawiają się elementy praktykum warsztatowego w zakresie prac związanych z łączeniem elementów obwodów elektronicznych i elektrycznych.

Okazję do zapoznania się z metodami eksperymentalnej pracy badawczej powinna dać przyszłemu nauczycielowi fizyki, II Pracownia fizyczna. Właściwie prowadzone zajęcia w tej pracowni powinny zawierać wszystkie

elementy procesu badawczego, a ćwiczenia dawać okazję do stawiania różnorodnych problemów fizycznych. Bardzo silny nacisk winien być położony również na ocenę niepewności pomiarowych w oparciu o teorię niepewności oraz rachunek różniczkowy. Będzie to bardzo przydatne studentowi na zajęciach w pracowni dydaktyki fizyki, przy projektowaniu ćwiczeń ilościowych. Teoretyczne podstawy rachunku niepewności pomiarowych będą potrzebne również przyszłemu nauczycielowi fizyki przy korzystaniu z elementarnej metody szacowania niepewności pomiarowych opartej na zasadzie NKP (najmniej korzystnego przypadku) [5].

Pracownia dydaktyki fizyki jest ostatnim z zajęć laboratoryjnych na studiach kształcących nauczycieli fizyki. Pracownia powinna korzystać z wszystkich doświadczeń w zakresie eksperymentu fizycznego wyniesionych przez studentów z poprzednich laboratoriów a ponadto nauczyć przyszłego nauczyciela fizyki, metodyki eksperymentu fizycznego zarówno ilościowego jak i jakościowego.

Aby student mógł i umiał w przyszłości, jako nauczyciel fizyki tak organizować proces nauczania i uczenia się fizyki, aby proces ten był procesem twórczym, musi sam w takim procesie uczestniczyć w czasie studiów.

Okazję do twórczego rozwiązywania problemów w zakresie planowania, przeprowadzania i dydaktycznego wykorzystania eksperymentu fizycznego może dać właściwie zorganizowana pracownia dydaktyki fizyki.

Autorzy nazywają proponowany model pracowni problemowym, ponieważ w każdym ćwiczeniu przed studentem stawiany jest problem samodzielnego wyboru i opracowania eksperymentu fizycznego, związanego z określonym tematem jednostki lekcyjnej. Eksperyment musi być tak zaprojektowany i wkomponowany w układ lekcji, aby był elementem procesu twórczego uczniów.

Pracownia dydaktyki fizyki obejmuje również poznanie technicznych środków dydaktycznych i wykorzystywanie ich w organizacji procesu nauczania i uczenia się fizyki w taki sposób, aby maksymalnie zwiększyć zainteresowanie ucznia tym przedmiotem oraz umożliwić mu poznanie go na drodze rozwiązywania problemów.

Zajęcia w pracowni dydaktyki fizyki rozpoczynają się na IV roku ćwiczeniami z zakresu wykorzystania TSN. Student zobowiązany jest wykonać 4 ćwiczenia dotyczące obsługi i wykorzystania:

- środków audialnych,
- środków audiowizualnych,
- TVZ – telewizji w obwodzie zamkniętym,
- maszyn dydaktycznych i mikrokomputerów.

Czas wykorzystania każdego ćwiczenia wynosi 3 godziny lekcyjne. Celem tych zajęć jest:

- zapoznanie się z budową i zasadą działania urządzeń technicznych stosowanych jako środki dydaktyczne w procesie lekcyjnym.
- wyrobienie umiejętności obsługi tych urządzeń i usuwanie prostych usterek.
- przygotowanie pomocy naukowych związanych z wykorzystaniem TSN jak: nagrania magnetowidowe, magnetofonowe, foliogramy, fazogramy, programy i teksty do konkretnych jednostek metodycznych z fizyki.

Ćwiczenia w pracowni dydaktyki fizyki grupują się wokół 8-bloków tematycznych. Przeciętnie w bloku jest od 15–25 tematów tak dobranych, aby po przejściu całego cyklu metodą obiegową student nie tylko opracował technikę eksperymentu, ale nauczył się planować ćwiczenia, dobierać właściwe metody i przyrządy, stosować analizę uzyskanych rezultatów właściwą dla danego eksperymentu i rozwoju umysłowego ucznia.

Część tematów jest związanych z wyzaczeniem jednej wielkości fizycznej różnymi metodami i przy użyciu różnych przyrządów, jak również z wykorzystaniem danego przyrządu do wyznaczania różnych wielkości fizycznych (np. tor powietrzny, stolik powietrzny). Zadaniem pracowni dydaktyki fizyki jest umożliwienie wykonania wybranych ćwiczeń objętych programem nauczania fizyki szkoły podstawowej i średniej. Większość ćwiczeń jest tak pomyślana, aby można je było wykonać za pomocą dostępnych w szkołach przyrządów produkowanych przez CEZAS.

Oprócz konieczności zapoznania się z wszystkimi ćwiczeniami z danego bloku tematycznego każdy student otrzymuje jedno z dwu rodzajów zadań do dokładnego opracowania:

- temat lekcji, do której ma zaplanować metodę oraz potrzebne eksperymenty, lub,
- zestaw przyrządów, do których ma zaplanować konkretną lekcję oraz eksperymenty wykonane przy użyciu tych przyrządów.

Opracowanie lekcji zawiera jej plan oraz dokładnie zaplanowanie eksperymentu wraz z rachunkiem niepewności pomiarowych, jeśli jest to ćwiczenie ilościowe. Jest to konspekt tego fragmentu lekcji, w którym występuje eksperyment fizyczny.

Instrukcje w pracowni dydaktyki fizyki ograniczają się do niezbędnego minimum, tzn. zawierają wykaz przyrządów do danego bloku tematycznego, zagadnienia teoretyczne, wykaz tematów, literaturę. Zmusza to studenta do samodzielności, korzystania z literatury, stosowania wiedzy w sytuacjach problemowych itp. Na pełne opracowanie i zaliczenie ćwiczenia student przeznaczą 4,5 godz., czyli 1,5 zajęcia. Na pierwszych zajęciach (organizacyjnych studenci zostają zapoznani z wymaganiami, tematyką ćwiczeń, orientacyjnym czasem realizacji jednego tematu i przydziałem ćwiczeń na dany semestr. W dalszej części zajęcia te studenci przeznaczają indywidual-

alnie na teoretyczne i praktyczne przygotowanie się do danego ćwiczenia. Na każde następne zajęcia student powinien przyjść w pełni przygotowany pod względem merytorycznym tak, by wykonać zaprojektowane zadanie. Istotną rolę w umożliwieniu pełnego przygotowania do zajęć odgrywają konsultacje (student może w każdej chwili przyjść do pracowni i zapoznać się z przyrządami pod opieką pracownika technicznego). Zaliczenie odbywa się w formie dyskusji, podczas której student musi wykazać się:

- merytoryczną znajomością zagadnienia,
- umiejętnością uzasadnienia celowości wybranej metody i sposobu przeprowadzenia eksperymentu,
- znajomością programu nauczania w zakresie danego bloku tematycznego,
- umiejętnością przeprowadzenia eksperymentu,
- ogólną znajomością przyrządów z danego bloku tematycznego i sposobów ich wykorzystania.

#### IV. Przebieg i wyniki eksperymentu

Przedstawiony w poprzednim punkcie model problemowej pracowni dydaktyki fizyki jest realizowany w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Częstochowie od roku 1985/86, model tradycyjnej pracowni w Instytucie Pedagogicznym w Smoleńsku jest realizowany od dawna.

Ilość czasu przeznaczona na zajęcia dotyczące techniki szkolnego eksperymentu fizycznego jest podobna tj. 80 godzin lekcyjnych w Smoleńsku i 87 godzin lekcyjnych w Częstochowie.

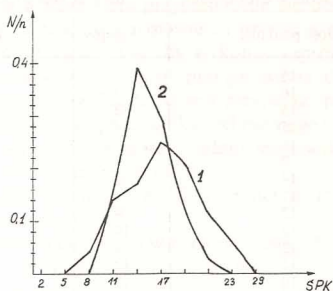
Oprócz różnic przedstawionych poprzednio, występuje jeszcze jedna, o której należy powiedzieć. W pracowni dydaktyki fizyki w WSP w Częstochowie studenci obok eksperymentów pokazowych planują, przeprowadzają i opracowują ilościowe eksperymenty laboratoryjne.

W celu sprawdzenia wiadomości i umiejętności związanych z techniką eksperymentu fizycznego, nabytych przez studentów w pracowni dydaktyki fizyki, przebadano dwa roczniki studentów kończących tę pracownię (1987/88 i 1988/89). Badaniami objęto 47 studentów z Częstochowy i 33 studentów ze Smoleńska. Jako narzędzia badawczego jednakowego dla wszystkich studentów, użyto 30 zdaniowego testu wielokrotnego wyboru, przedstawionego w aneksie. Czas trwania sprawdzianu wynosił 45 minut. W Tabeli I przedstawiono ilości punktów uzyskanych przez poszczególnych studentów z każdej uczelni. Po pogrupowaniu ilości punktów w przedziały klasowe (0–3, 4–6, 7–9, 10–12, 13–15, 16–18, 19–21, 22–24, 25–27, 28–30) sporządzono wykresy rozkładu wyników. Wykresy te przedstawiono na Rys. 1. Na poziomej osi zaznaczono środki przedziałów klasowych, na pionowej, względne ilości studentów, którzy uzyskali odpowiednią ilość punktów. Dane przedstawione w Tabeli I posłużyły do statystycznego opracowania wyników testu.

| Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Częstochowie |               | Instytut Pedagogiczny w Smoleńsku |               |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|
| Nr kolejny                                | Ilość punktów | Nr kolejny                        | Ilość punktów |
| 1                                         | 15            | 1                                 | 12            |
| 2                                         | 16            | 2                                 | 15            |
| 3                                         | 15            | 3                                 | 14            |
| 4                                         | 15            | 4                                 | 17            |
| 5                                         | 18            | 5                                 | 15            |
| 6                                         | 7             | 6                                 | 18            |
| 7                                         | 14            | 7                                 | 15            |
| 8                                         | 17            | 8                                 | 12            |
| 9                                         | 12            | 9                                 | 12            |
| 10                                        | 12            | 10                                | 12            |
| 11                                        | 12            | 11                                | 15            |
| 12                                        | 14            | 12                                | 14            |
| 13                                        | 10            | 13                                | 16            |
| 14                                        | 17            | 14                                | 16            |
| 15                                        | 10            | 15                                | 15            |
| 16                                        | 9             | 16                                | 13            |
| 17                                        | 11            | 17                                | 12            |
| 18                                        | 10            | 18                                | 15            |
| 19                                        | 13            | 19                                | 14            |
| 20                                        | 25            | 20                                | 17            |
| 21                                        | 18            | 21                                | 22            |
| 22                                        | 18            | 22                                | 20            |
| 23                                        | 21            | 23                                | 17            |
| 24                                        | 22            | 24                                | 17            |
| 25                                        | 27            | 25                                | 14            |
| 26                                        | 17            | 26                                | 14            |
| 27                                        | 18            | 27                                | 19            |
| 28                                        | 25            | 28                                | 21            |
| 29                                        | 17            | 29                                | 20            |
| 30                                        | 22            | 30                                | 17            |
| 31                                        | 22            | 31                                | 18            |
| 32                                        | 21            | 32                                | 14            |
| 33                                        | 20            | 33                                | 15            |
| 34                                        | 21            |                                   |               |
| 35                                        | 20            |                                   |               |
| 36                                        | 18            |                                   |               |
| 37                                        | 21            |                                   |               |
| 38                                        | 21            |                                   |               |
| 39                                        | 26            |                                   |               |
| 40                                        | 22            |                                   |               |
| 41                                        | 22            |                                   |               |
| 42                                        | 21            |                                   |               |
| 43                                        | 17            |                                   |               |
| 44                                        | 21            |                                   |               |
| 45                                        | 19            |                                   |               |
| 46                                        | 16            |                                   |               |
| 47                                        | 14            |                                   |               |

Tabela I. Ilości punktów uzyskane za rozwiązanie testu przez studentów WSP w Częstochowie i IP w Smoleńsku

Table I. Amount of points obtained for solving a test by students of Pedagogical Universities in Częstochowa and in Smoleńsk



Rys. 1. Wykresy rozkładu wyników testu dla studentów WSP w Częstochowie (wykres 1) i IP w Smoleńsku (wykres 2).

Na osi poziomej zaznaczono środki przedziałów klasowych (SPK), na pionowej zaś względne ilości studentów, którzy uzyskali odpowiednią ilość punktów (N-ilość studentów którzy uzyskali odpowiednią ilość punktów, n-ogólna ilość studentów w badanej populacji)

Fig. 1. Diagram of test's results disposition.

Students of Pedagogical University in Częstochowa (1).

Students of Pedagogical University in Smoleńsk (2).

ŚPK – Centres of class's intervals

N/n – Relative of the number of students which obtained appropriate amount of points

Uzyskane parametry statystyczne dla badanych populacji przedstawiono w Tabeli II

|                                                                                                        | WSP w Częstochowie | IP w Smoleńsku |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|
| Średnia ilość punktów ( $\bar{x}$ )                                                                    | 17,2               | 15,7           |
| Odchylenie standardowe z szeregu rozdzielczego                                                         | 4,7                | 2,7            |
| Błąd standardowy średniej arytmetycznej ( $q$ )                                                        | 0,7                | 0,5            |
| Poziom ufności ( $z=1,96$ )                                                                            | 0,95               | 0,95           |
| Przedział wartości średniej arytmetycznej dla populacji generalnej ( $\bar{x}-Z^*q$ ; $\bar{x}+Z^*q$ ) | (15,9 ; 18,5)      | (14,7 ; 16,7)  |

Tabela II. Parametry statystyczne określające badane populacje studentów z WSP w Częstochowie i IP w Smoleńsku

Table II. Statistical parameters determining examined populations of students from Pedagogical Universities in Częstochowa and in Smoleńsk

W Tabeli III przedstawiono procentowe ilości poprawnych rozwiązań poszczególnych zadań testu, uzyskane przez studentów obu uczelni.

|                       | WSP w Częstochowie | IP w Smoleńsku |
|-----------------------|--------------------|----------------|
| Kolejny numer zadania | %                  | %              |
| 1                     | 51,1               | 45,5           |
| 2                     | 93,6               | 97,0           |
| 3                     | 51,1               | 0,0            |
| 4                     | 17,0               | 60,6           |
| 5                     | 68,1               | 66,7           |
| 6                     | 72,4               | 78,8           |
| 7                     | 89,4               | 84,8           |
| 8                     | 70,2               | 26,0           |
| 9                     | 51,1               | 0,0            |
| 10                    | 40,4               | 33,3           |
| 11                    | 85,1               | 90,9           |
| 12                    | 38,3               | 27,3           |
| 13                    | 57,5               | 33,3           |
| 14                    | 66,0               | 91,0           |
| 15                    | 42,6               | 36,4           |
| 16                    | 87,2               | 81,8           |
| 17                    | 91,5               | 100,0          |
| 18                    | 38,3               | 57,6           |
| 19                    | 38,3               | 21,2           |
| 20                    | 87,2               | 27,3           |
| 21                    | 83,0               | 24,2           |
| 22                    | 8,5                | 21,2           |
| 23                    | 59,6               | 27,3           |
| 24                    | 49,0               | 6,0            |
| 25                    | 44,7               | 100,0          |
| 26                    | 2,1                | 45,5           |
| 27                    | 76,6               | 81,8           |
| 28                    | 25,5               | 4,0            |
| 29                    | 44,7               | 21,2           |
| 30                    | 80,9               | 78,8           |

Tabela III. Procentowe ilości poprawnych rozwiązań poszczególnych zadań testu uzyskane przez studentów WSP w Częstochowie i IP w Smoleńsku

Table III. Percentage of amounts correct solutions of each exam's tests obtained by students of Pedagogical Universities in Częstochowa and in Smoleńsk

Dziewięć zadań testowych tj. 2, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 17, 24 dotyczyło bezpośrednio przyrządów pomiarowych i te zadania rozwiązała największa ilość studentów obu uczelni bo 64,8% z WSP i 69,4% z IP.

Czternaście zadań tj. 1, 3, 7, 8, 9, 12, 13, 16, 20, 21, 23, 25, 26, 30 było problemami związanymi z techniką eksperymentu i te zadania rozwiązało 61,0% studentów z WSP i 41,0% studentów z IP.

Reszta zadań tj. 15, 18, 19, 22, 27, 28, 29 dotyczyła opracowania wyników pomiarów i w tym przypadku wyniki były najgorsze, bo tylko 39,2% studentów z WSP i 34,1% studentów z IP przedstawiło poprawne rozwiązanie.

## V. Wnioski

Analizując procentowe ilości poprawnych rozwiązań można przypuszczać, że stosunkowo dobre wyniki w zakresie znajomości przyrządów, uzyskane przez studentów obu uczelni, można wytłumaczyć faktem, że z przyrządami tymi spotykali się oni nie tylko w pracowni dydaktyki fizyki, ale i w laboratoriach fizycznych. Porównując rozwiązania dotyczące rozwiązywania problemów, na większą ilość poprawnych rozwiązań zaproponowanych przez studentów WSP miał prawdopodobnie wpływ inny model pracowni, uwzględniający w założeniu kształcenie umiejętności rozwiązywania problemów. Najgorsze wyniki osiągnęli studenci obu uczelni w zakresie ilościowego opracowania wyników pomiarów. Tylko nieznacznie lepsze wyniki osiągnęli studenci WSP, mimo że w tej uczelni zwraca się na to zagadnienie o wiele większą uwagę niż w IP. W przyszłości należy na nie zwrócić jeszcze większą uwagę.

Średnie ilości punktów uzyskane przez studentów obu uczelni wskazują również na to, że model problemowej pracowni dydaktyki fizyki lepiej sprawdził się niż model tradycyjny. Ten ostatni jest realizowany również we wszystkich WSP w Polsce poza Częstochową. Stwierdzono to na obradach I Ogólnopolskiego Seminarium z Dydaktyki Kształcenia Nauczycieli Fizyki w Złotym Potoku w 1985 roku [12]. Przedstawione wyniki świadczą jednak i o tym, że zaproponowany model problemowej pracowni dydaktyki fizyki należy jeszcze udoskonalić w kierunku większej aktywizacji studentów. Należy również udoskonalić narzędzia pomiarowe do badania umiejętności dotyczących szkolnego eksperymentu fizycznego oraz wykorzystać do tego celu mikrokomputer. Model pracowni realizowany w IP w Smoleńsku należy poszerzyć o elementy rozwiązywania problemów i metody opracowywania wyników pomiarów na poziomie szkoły średniej.

W obu uczelniach prowadzone są w dalszym ciągu badania nad optymalizacją stosowanych modeli i narzędzi badawczych. Wyniki tych badań zostaną przedstawione w następnej publikacji.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Such, Wstęp do metodologii ogólnej nauk, UAM, Poznań, 1969.
- [2] M. Sawicki (red.), (Zasady i metody nauczania fizyki. Kurs podstawowy, WSP, Warszawa, 1974.

- [6] J. Hefner, Planowanie doświadczeń fizycznych przez nauczycieli. Materiały Jesiennej Szkoły PDF, Karpacz, 1975, str. 162.
- [7] W. Błasiak, Planning a School Physics Experiment, *Physics Education*, 21, 317, (1986).
- [8] N.G. Stepanow, Medyczeskije ukazanija k laboratoryjnym zaniatiam po fizykie. Uwodnyje swiedienia o fizyceskich izmieniatiam po fizykie. Uwodnoje swiedienia o fiziceskich izmierieniach i obrabotkie ich rezultatow, Smoleńsk, SGPI im. K. Marksa, 1986.
- [9] W.J. Konaszenko, W.A. Borisenkow, Metodiczeskije ukazanija k laboratornym zaniatiam po fizykie. *Optika*, Smoleński, SGPI im. K. Marksa, 1990.
- [10] A. Kwiatkowska (red.), (Pierwsza) I pracownia fizyczna. Zbiór instrukcji, Wydawnictwa WSP, Częstochowa, 1986.
- [11] M. Krzysztofiak, Statystyka dla wyższych zawodowych studiów ekonomicznych, PWN, Warszawa, 1974.
- [12] M. Głowacki, Ogólnopolskie Seminarium z Dydaktyki Kształcenia Nauczycieli Fizyki, Złoty Potok 85, Fizyka w szkole, 6, 33, (1985).

MARIAN GŁOWACKI  
ZYGMUNT OLESIK  
WŁADIMIR KONASZENKO  
WALENTYNA CARENKO

## RESEARCH ON THE OPTIMAL MODEL OF DIDACTIC PHYSICS LABORATORY

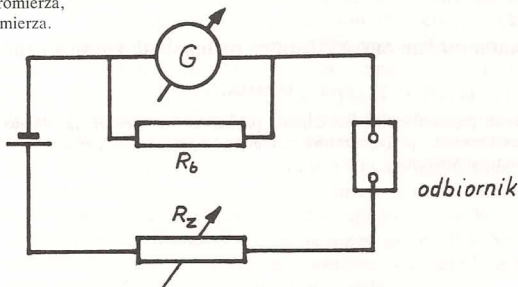
### SUMMARY

This work presents models of didactic physics laboratories of the Physics Institute in Pedagogical University in Częstochowa and in the Department of General Physics in Pedagogical Institute in Smoleńsk.

## ANEKS

**Test sprawdzający wiadomości i umiejętności dotyczące techniki szkolnego eksperymentu fizycznego**

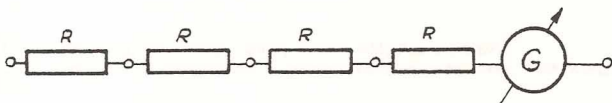
- Jeśli płama w fotometrze Bunsena ma z obu stron tę samą jasność oznacza to, że punktowe źródła światła oświetlające ją:
  - mają tę samą jasność,
  - powodują, że oświetlenie płamy jest z obu stron takie same,
  - wysyłają takie same strumienie świetlne,
  - są w tej samej odległości od płamy.
- Pirometr optyczny służy do:
  - pomiaru kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji,
  - pomiaru temperatury ciał żarzących się,
  - pomiaru współczynnika załamania światła,
  - pomiaru kąta ugięcia w pryzmacie.
- SEM ogniwa można zmierzyć przy użyciu:
  - kompensatora, woltomierza magnetoelektrycznego,
  - kompensatora, woltomierza elektromagnetycznego,
  - kompensatora, woltomierza elektrostatycznego,
  - każdego woltomierza z dodatkowym oporem.
- Narysowany schemat obwodu przedstawia ustrój:
  - watomierza,
  - omomierza,
  - amperomierza,
  - woltomierza.



- Narysowany schemat obwodu przedstawia wielozakresowy:

- watomierz,
- amperomierz,
- woltomierz,
- omomierz.

o – zaciski miernika



6. Galwanometr magnetoelektryczny ma opór wewnętrzny  $R = 6000\Omega$  i zakres  $0 - 50 \mu A$ . Aby zrobić z niego woltomierz o zakresie  $0 - 750 V$ , należy dołączyć do galwanometru:
  - a. szeregowo opór około  $15 M\Omega$ ,
  - b. równolegle opór około  $1,5 M\Omega$ ,
  - c. równolegle opór około  $15 M\Omega$ ,
  - d. nie da się zrobić.
7. Zamkniętą kolbę z gorącą, lecz nie wrzącą wodą, polano wodą zimną. Woda w kolbie zaczęła wrzeć. Dzieje się tak dlatego, że:
  - a. w kolbie była woda z dodatkiem alkoholu,
  - b. skropliła się na ściankach para i obniżyło się ciśnienie nad wodą,
  - c. skropliła się na ściankach para i oddała swe ciepło wodzie,
  - d. skropliła się para i wzrosło ciśnienie nad wodą.
8. Nurek Kartezjusza tonie, gdyż:
  - a. ciśnienie zewnętrzne działające na wodę w rurze usuwa część powietrza z nurka,
  - b. ciśnienie zewnętrzne działające na wodę w rurze działa z góry na dół,
  - c. ciśnienie zewnętrzne działające na wodę w rurze zmniejsza jej gęstość,
  - d. ciśnienie zewnętrzne działające na wodę w rurze powoduje zwiększenie ilości wody w nurku.
9. Aby doświadczenia z elektrostatyki udały się, należy:
  - a. otworzyć okna, podgrzać okolice stołu demonstracyjnego,
  - b. otworzyć okna, zwiększyć wilgotność w okolicy stołu demonstracyjnego,
  - c. zamknąć okna, ogrzać okolice stołu demonstracyjnego,
  - d. wystarczy wykonać doświadczenie przed lekcją fizyki.
10. Termopara działa w oparciu o:
  - a. zjawisko termoeemisji,
  - b. różnicę rozszerzalności termicznej złącza dwu różnych metali,
  - c. różnicę oporności połączonych metali,
  - d. różnicę w koncentracji swobodnych elektronów w metalach złącza.
11. Mostek Thomsona służy do:
  - a. pomiaru dużych oporów,
  - b. pomiaru małych oporów,
  - c. zwierania biegunów ogniwa,
  - d. bocznikowania amperomierza.
12. Na szalce wagi stoi zlewka z wodą zrównoważona odważnikami. Wkładamy palec do wody w zlewce i:
  - a. szalka opadnie zgodnie z III zasadą dynamiki,
  - b. szalka opadnie zgodnie z prawem Archimiedesa,
  - c. szalka pozostanie w równowadze zgodnie z zasadą bezwładności,
  - d. szalka ze zlewką opadnie zgodnie z prawem Pascala.
13. Aby maksymalnie zwiększyć czas ładowania i rozładowywania kondensatora w doświadczeniu z drganiami relaksacyjnymi należy:
  - a. zwiększyć opór i zwiększyć pojemność kondensatora,
  - b. zmniejszyć opór i zmniejszyć pojemność kondensatora,
  - c. zmniejszyć opór i zwiększyć pojemność kondensatora,
  - d. zwiększyć opór i zmniejszyć pojemność kondensatora.
14. Aby zmierzyć prąd w sieci miejskiej należy:
  - a. użyć amperomierza elektromagnetycznego o zakresie  $0-5 A$ ,
  - b. użyć amperomierza magnetoelektrycznego o zakresie  $0-5 A$ ,
  - c. użyć amperomierza elektromagnetycznego o zakresie  $0-25 A$ ,
  - d. pomiar jest niemożliwy.

15. Aby zmierzyć okres wahadła matematycznego zegarkiem z sekundnikiem i uzyskać błąd względny pomiaru nie mniejszy niż 8%, należy użyć wahadła o długości co najmniej:
  - a. 1 m,
  - b. 4 m,
  - c. 40 m,
  - d. 2 m.
16. W higrometrze Allurda stwierdzono, że punkt rosy pojawi się przy temperaturze  $10^{\circ}\text{C}$ . Oznacza to, że:
  - a. w tej temperaturze para wodna w pomieszczeniu staje się nasycona,
  - b. poniżej tej temperatury ciśnienie pary nasyconej zależy od objętości,
  - c. poniżej tej temperatury nie ma w powietrzu pary wodnej,
  - d. jeśli temperatura w pomieszczeniu wynosi  $20^{\circ}\text{C}$ , to wilgotność względna wynosi 50%.
17. Aby przeprowadzić doświadczenie z promieniami kanalikowymi, należy do rury wyładowczej przyłączyć końcówki:
  - a. cewki Rumkhorffa,
  - b. cewki Helmholtza,
  - c. maszyny elektrostatycznej,
  - d. autotransformatora.
18. Aby opłuki ułożyły się wzdłuż linii sił pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem, należy przez przewodniki przepuścić prąd co najmniej:
  - a. 1 mA,
  - b. 0,1 A,
  - c. 1 A,
  - d. 4 A.
19. Długość pracowni fizycznej wynosi 8 m, wielkość ekranu:  $1,2 \times 1,8$  m Aby na ekranie uzyskać obraz przezroczysty  $24 \times 36$  mm, należy zakupić rzutnik z obiektywem o ogniskowej:
  - a.  $\sim 50$  mm,
  - b.  $\sim 100$  mm,
  - c.  $\sim 150$  mm,
  - d.  $\sim 300$  mm,
20. Aby zademonstrować prądy wirowe, należy użyć następujących przyrządów:
  - a. transformatora rozbieralnego, rynienki z wodą,
  - b. transformatora rozbieralnego, wahadła Waltenhofena,
  - c. transformatora rozbieralnego, wahadła Waltenhofena perforowanego,
  - d. transformatora rozbieralnego, pierścienia metalowego.
21. Wahadło podwójne służy do:
  - a. badania rezonansu mechanicznego,
  - b. wyznaczania przyspieszenia ziemskiego,
  - c. kreślenia krzywych Lissajousa,
  - d. badania ruchu obrotowego bryły sztywnej.
22. Ława optyczna długości 2 m pozwala zademonstrować wszystkie możliwe obrazy dla soczewek o zdolności skupiającej:
  - a.  $D > 1$ ,
  - b.  $D > 2$ ,
  - c.  $D < 2$ ,
  - d.  $D < 1$ .
23. Do demonstracji zastosowania prawa Bernoulliego można wykorzystać następujące przyrządy:
  - a. naczynia połączone o wąskich przekrojach, pompkę ssącą,

- b. tunel aerodynamiczny i różne kształtki,
  - c. pompkę wodną, rozpylacz,
  - d. pompkę rowerową, strzykawkę.
24. Znak  na woltomierzu 0–150 V oznacza, że:
- a. nie można mierzyć napięcia większego niż 2 zakresy skali,
  - b. maksymalne napięcie jakie można przyłożyć na zaciski wynosi 2 kV,
  - c. można mierzyć napięcie między dwoma punktami, z których jeden ma maksymalny potencjał 1850 V, a drugi 2000 V,
  - d. można mierzyć napięcie między dwoma punktami, z których jeden ma maksymalny potencjał 2000 V, a drugi 2150 V.
25. Na cienkiej nici zawieszono odważnik. Do niego przywiązano drugą taką samą nić. Gdy gwałtownie szarpniemy nić, wtedy:
- a. zerwie się dolna nić,
  - b. zerwie się górna nić,
  - c. zerwią się obie nici,
  - d. nie ma żadnej reguły, zjawiskiem rządzi przypadek.
26. Aby zmniejszyć straty ciepła na promieniowanie przy wyznaczaniu ciepła właściwego ciała stałego, należy:
- a. podnieść temperaturę początkową cieczy w kalorymetrze powyżej temperatury otoczenia,
  - b. obniżyć temperaturę początkową cieczy w kalorymetrze poniżej temperatury otoczenia,
  - c. zasłonić okna,
  - d. cały czas mieszać ciecz, aby szybciej ustaliła się temperatura końcowa.
27. Aby wyznaczyć gęstość ciała stałego, o regularnych kształtach (prostopadłościan) zważono go i otrzymano następujące wyniki:  
520,2 g; 521,1 g; 520,0 g; 521,2 g; 519,6 g.  
Następnie zmierzono prostopadłościan i uzyskano następujące wyniki:  
 $a=4,1$  cm;  $b=5,2$  cm;  $c=6,3$  cm.  
Masa ciała z uwzględnieniem niepewności pomiarowych wynosi:
- a.  $(520,42 \pm 0,1)$  g,
  - b.  $(520,42 \pm 0,01)$  g,
  - c.  $(520,4 \pm 0,1)$  g,
  - d.  $(520,0 \pm 1,0)$  g.
28. Objętość ciała z uwzględnieniem niepewności pomiarowych wynosi:
- a.  $(134,3 \pm 0,1)$  cm<sup>3</sup>,
  - b.  $(134,3 \pm 0,3)$  cm<sup>3</sup>,
  - c.  $(130 \pm 10)$  cm<sup>3</sup>,
  - d.  $(134,32 \pm 1)$  cm<sup>3</sup>.
29. Poszukiwana gęstość ciała z uwzględnieniem niepewności pomiarowych wynosi:
- a.  $(3,87 \pm 0,25)$  g/cm<sup>3</sup>,
  - b.  $(3,87 \pm 0,01)$  g/cm<sup>3</sup>,
  - c.  $(3,9 \pm 0,3)$  g/cm<sup>3</sup>,
  - d.  $(3,9 \pm 0,2)$  g/cm<sup>3</sup>.
30. Po przejściu światła białego przez siatkę dyfrakcyjną największemu ugięciu ulegnie:
- a. światło czerwone,
  - b. światło żółte,
  - c. światło niebieskie,
  - d. światło fioletowe.