

УДК 373.091.64:537]:373.011.3-051:53]:005.336.2
DOI 10.31494/2412-9208-2021-1-2-263-271

MODERN EDUCATIONAL EQUIPMENT IN ELECTRICITY AS A MEANS OF FORMATION PROFESSIONAL COMPETENCE IN PHYSICS

СУЧАСНЕ НАВЧАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ З ЕЛЕКТРИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ

Serhii PANKEVYCH,
postgraduate

Сергій ПАНКЕВИЧ,
аспірант

<https://orcid.org/0000-0002-5715-2107>

whitely82@gmail.com

Lesya Ukrainka Volyn National
University

Волинський національний
університет імені Лесі Українки

✉ 13, Voli Ave., Lutsk, Ukraine,
43025

✉ просп. Волі, 13, м. Луцьк,
Україна, 43025

Original manuscript received: June 23, 2021

Revised manuscript accepted: September 15, 2021

ABSTRACT

The article highlights the results of the organization of laboratory work using a modern digital training panel on electricity in a laboratory workshop on physics, which was developed and manufactured in Lutsk by the R & D center Mirroschool. As a result of the research, we proposed a method of organizing laboratory work in physics using a training panel. The article contains a fragment of laboratory work in physics, which allows to intensify the cognitive activity of students in teaching physics. The guidelines will be useful primarily for physics teachers and instructors who conduct laboratory work and demonstrations on electricity, laboratory technicians in physical laboratories who work with physical equipment, and will be useful to students who master the knowledge of experimental science.

The training panel on electricity fully provides training rooms for physical classrooms, laboratories and training facilities in the section «Electrodynamics», which are used in the school curriculum approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine. The panel can be used by both teachers and lecturers in higher education institutions. Of course, laboratory work and demonstrations of general secondary education institutions are quite easy to modernize and adapt, which allows you to use other training panels that are presented in the market of educational equipment. But when it comes to higher education or colleges, the list of laboratory work can be significantly reduced, or simply have to use additional educational equipment and laboratory workshops.

The electric training panel is a modern, school, educational equipment, which, among other things, successfully agrees with the educational norms of the new Ukrainian school and STEM education. The panel meets all requirements: language legislation, education standards, compliance with sanitary legislation, fire and electrical safety, health care requirements, etc. Also, all consumables are available for purchase in Ukraine.

Key words: *laboratory work, demonstration, method, training panel, education.*

Вступ. Нині важко уявити сучасний освітній процес без використання технічних засобів або додаткового обладнання. З розвитком електроніки, зокрема цифрової техніки, все більше обладнання як навчального, так і лабораторного проходить процес інтеграції та мініатюризації. Як наслідок, значна кількість організацій звернули увагу на застарілість навчального і лабораторного устаткування в закладах загальної середньої та вищої освіти. Кожна з них розробила і виготовила робочі панелі або комплекси для проведення лабораторних робіт згідно з міністерськими вимогами, укомплектувала ці установки інструкціями, але, на жаль, не продумала методику їх використання, що змусило користувачів переписувати інструкції під конкретні завдання. Це позбавило установки універсальності та унікальності, і вони стали просто набором елементів, які годяться лише для обмежених цілей. Проаналізувавши цю проблему, нами було розроблене методичне забезпечення для навчальної панелі, яку виготовляє Mirroschool (R&D-центр, дистриб'ютор приладів та обладнання для шкіл) в м. Луцьку (Mirroschool, 2021), що дозволить вчителям при придбанні цієї панелі не витрачати часу на розробку методики її використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відповідно до абзацу сьомого частини другої статті 54 Закону України «Про повну загальну середню освіту», було затверджено типовий перелік засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій. Цей Типовий перелік визначає вимоги до засобів навчання та обладнання для кабінетів біології, географії, математики, фізики, хімії і STEM-лабораторії державних і комунальних закладів загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти, що забезпечують здобуття повної загальної середньої освіти (далі – навчальні кабінети і STEM-лабораторії) з урахуванням вимог новітніх освітніх технологій і методів навчання. Оснащення повинно відповідати багатьом вимогам: законодавству про мову, стандарту освіти, вимогам санітарного законодавства, пожежній та електробезпеці, вимогам охорони здоров'я та ін. Усі витратні матеріали мають бути доступними для придбання в Україні.

Проведене нами бібліографічне дослідження дозволяє зробити висновок, що предметом вивчення багатьох учених були різні середовища: М. Садовий, В. Слюсаренко, О. Трифонова, О. Мартинюк (експериментально-орієнтоване); М. Садовий, В. Слюсаренко (компетентнісно-орієнтоване); А. Кудін, В. Гаврилюк, В. Биков, Н. Морзе, О. Ільченко, О. Кравчина, О. Соколова, А. Кух, О. Спирін (інформаційно-освітнє); М. Кислова, С. Семеріков, К. Словак (мобільне); Н. Копняк, Г. Корицька, С. Литвинова, Ю. Носенко, С. Пойда, М. Шишкіна, О. Трифонова, М. Хомутенко, О. Мартинюк (хмаро орієнтоване); Н. Мойсєєв, С. Семенюк (інтерактивне); В. Биков, Ю. Жук (відкрите) та ін. (Вєргун, 2019). Але в освітньому процесі з фізики визначального значення все ж набуває навчальний фізичний експеримент (Мартинюк, 2020). Здавалося б, що в лабораторному практикумі вже все

досліджено, але з розвитком науки та техніки, використанням сучасного обладнання доводиться заново переглядати методики проведення демонстрацій та лабораторних робіт. **Мета статті** полягає у висвітленні питань методики використання та техніки проведення лабораторних робіт і демонстрацій з фізики, використовуючи навчальну панель з електрики, яку розроблено та виготовлено R&D-центром Mirroschool.

Методи та методики дослідження. Методи були досягнуто з використанням таких методів дослідження (Грабченко, 2009): теоретичний аналіз науково-методичної літератури з методики навчального фізичного експерименту, нормативно-правових, законодавчих і методичних документів на предмет вимог до організації освітнього процесу з фізики; систематизація й узагальнення результатів дослідження; створення фрагментів лабораторної роботи з використанням навчальної панелі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Після закінчення закладу загальної середньої освіти учень має володіти ключовими компетентностями і вміннями, які потрібні йому: вільне володіння державною мовою, спілкування іноземною мовою, математичну, загальнокультурну й екологічну компетентності, підприємливість та інноваційність, економічну компетентність тощо; вміння критично та системно мислити, проявляти творчість, ініціативність; конструктивно керувати емоціями, оцінювати ризики, приймати рішення, вирішувати проблеми.

Фізика – експериментальна наука. Тому ця її риса визначає низку специфічних завдань шкільного курсу фізики, спрямованих на засвоєння наукових методів пізнання. Завдяки навчальному фізичному експерименту здобувачі освіти оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов він виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому в свідомості здобувача освіти утворюються нові зв'язки і відношення, формується суб'єктивно нове особистісне знання (Садовий, 2011). Саме тому навчальний фізичний експеримент найефективніше проявляється через діяльнісний підхід до навчання фізики. З іншого боку, навчальний фізичний експеримент дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики, зокрема формує в здобувачів освіти експериментальні вміння і дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм дослідження, який стає засобом навчання (Трифоновна, 2013).

Ми проаналізували сучасний ринок навчального лабораторного обладнання і виявили, що він налічує значну кількість рішень з ціновим діапазоном від 5000 грн. до 50000 грн. У м. Луцьку R&D-центром Mirroschool розроблено та виготовлено навчальну панель з електрики, яку можна використовувати на уроках з фізики при вивченні розділу ЕЛЕКТРИКА.



Рис. 1. Навчальна панель з електрики R&D-центру Mirroschool

Навчальний набір (рис. 1) складається з більш ніж двадцяти елементів, кожний з яких має своє позначення на лицевій панелі, таке, як відповідне позначення елементів кола в електричній схемі (позн. міжнародне). З'єднання між елементами штепсельне: для кожного елемента є два або три контактних гнізда, в які вставляються з'єднувальні провідники, на кінцях яких металеві контактні штирі. Діаметр циліндричного штиря – 4 мм. Контакт у вигляді штиря має

додатковий наскрізний отвір для паралельного підключення іншого контакту-штиря.

Сам елемент кола не захищений, а знаходиться на лицевій панелі, що дозволяє дослідити зовнішній вигляд та номінал деяких елементів. Матеріал основи модуля зроблений з АБС-пластику (акрилнітрил бутадієн стирол). Пластик – це чорна, ударостійка, термопластична смола на основі співполімера акринітрилу з бутадієном та зі стиролом. Діапазон експлуатаційних температур для матеріалу від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$, термостійкість дорівнює $110\text{ }^{\circ}\text{C}$. Перелік елементів-модулів зручно подати у вигляді таблиці:

Таблиця 1. Характеристики елементів набору

Назва елемента	Пояснення	Параметри
Вимикачі, перемикачі		
S1, S4	вимикач	$I_{ном} = 10\text{ A}$
S2, S3	перемикач	$I_{ном} = 10\text{ A}$
Лампи розжарювання		
EL1, EL2	лампа розжарювання	3,5 В та 6,3 В (в комплекті)
Запобіжники		
F	блок з запобіжником	1,5 А
Конденсатори		
C1	плівковий	9,2 мкФ
C2	плівковий	3,3 мкФ
C3	електролітичний	25В 1000 мкФ
C4	електролітичний	10В 3300 мкФ
Резистори		

RP1	перемінний	0..100 Ом
RK1	терморезистор NTC-термістор	при плюс 25°C – 470 Ом
R1	постійний	5 Ом, 5 Вт
R2	постійний	10 Ом, 5 Вт
R3	постійний	20 Ом, 5 Вт
R4	постійний	39 Ом, 5 Вт
R5	фоторезистор	$R_f = 0,2 \text{ МОм}$
Діоди		
VDS1	діодний міст	
VD1	діод Шотткі	
VD2	фотодіод	U = 12 В
VD3	світлодіод зелений	
VD4	світлодіод червоний	
VD5	світлодіод білий	
Транзистори		
VT1	p-n-p транзистор	КТ816Г
VT2	n-p-n транзистор	КТ817Г
Котушки індуктивності		
L1	котушка	0,5 Гн
L2	котушка	1 Гн

Набір укомплектовано двома вимірювальними приладами: цифровий вольтметр і амперметр (трьохсимвольний дисплей, з червоним кольором відображених символів висотою 45 мм), з вимірюванням значень напруги постійної та змінної величини. Живлення цифрових вимірювальних приладів здійснюється напругою 5 В постійного струму, який входить до набору. Для живлення електричних кіл, зібраних з допомогою навчальної панелі, використовуються провідники, на кінцях яких розміщено металеві контактні штирі діаметром 4 мм чорного і червоного кольору для «мінусового» та «плюсового» виводу блоку живлення відповідно і контакти на самій панелі.

Для ознайомлення подаємо фрагмент лабораторної роботи, адаптовану під навчальну панель з електрики: *визначення ємності та енергії зарядженого конденсатора методом порівняння* (Сиротюк, 2019).

Мета роботи: ознайомитися з одним із методів визначення електроємності та енергії зарядженого конденсатора та виміряти їх.

Обладнання: навчальна панель з електрики (амперметр, вольтметр, конденсатор відомої ємності, джерело струму, перемикач на два напрямки, з'єднувальні провідники). Додаткове обладнання: набір конденсаторів невідомої ємності, гальванометр.

Підготовка до виконання роботи

Повторіть навчальний матеріал і дайте відповідь на запитання:

1. Які види конденсаторів ви знаєте? Яка їхня будова?
2. Що таке ємність конденсатора?
3. Як визначається енергія зарядженого конденсатора?

4. У яких галузях використовують конденсатори?

Хід роботи. 1. Складіть електричне коло за схемою на рис. 2, увімкнувши в нього джерело постійного струму, конденсатор відомої

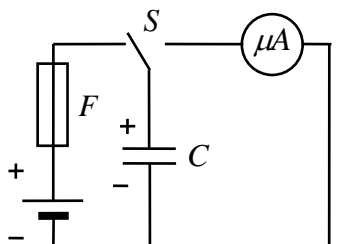


Рис. 2. Схема електричного

кола

ємності, гальванометр і перемикач на два напрямки.

2. Зарядіть конденсатор. Для цього з'єднайте його на короткий час із джерелом струму. Потім, зосередивши увагу на покази приладу, швидко перемикайте конденсатор на амперметр і визначте максимальне значення або відхилення стрілки. Дослід повторіть кілька разів, щоб точніше зняти покази гальванометра, і обчисліть

коефіцієнт пропорційності k . (Якщо конденсатор постійної ємності заряджати від того самого джерела постійної напруги, а потім розряджати його через амперметр чи гальванометр, то покази амперметра чи гальванометра щоразу матимуть те саме значення. Якщо змінити ємність конденсатора, то покази вимірювального приладу будуть іншими. Маючи конденсатори відомої ємності (еталони), на досліді можна переконатися, що ємність конденсатора C прямо пропорційна значенню n , яке встановлюється на амперметрі чи гальванометрі: $C = k \cdot n$. Звідси можна визначити коефіцієнт пропорційності, який є електроємністю, що відповідає одній поділці. Знаючи його, можна за показами вимірювального приладу визначити ємність будь-якого іншого конденсатора, повторивши з ним цей дослід). 3. Виконайте дослід з конденсаторами іншої ємності і за знайденими даними обчисліть середнє значення k . Запишіть результати вимірювань і обчислень. 4. В електричне коло увімкніть конденсатор невідомої ємності C_x і визначте, яке максимальне значення (або скільки поділок) вимірювального приладу в цьому випадку. Знаючи коефіцієнт пропорційності k , обчисліть C за формулою: $C = knx$. 5. За формулою: $W = \frac{CU^2}{2}$ визначте енергію зарядженого конденсатора. 6. За

результатами досліджень зробіть висновки.

Висновки У статті представлено фрагмент лабораторної роботи, яку було адаптовано під навчальну панель з електрики, що виготовляє R&D-центр Migroschool в м. Луцьку. Звичайно, лабораторні роботи і демонстрації закладів загальної середньої освіти досить легко піддаються модернізації та адаптації, що дозволяє використовувати й інші навчальні панелі, які представлені на ринку навчального обладнання. Але якщо мова йде про заклади вищої освіти чи коледжі, то перелік лабораторних робіт може значно скоротитися або просто

доведеться використовувати додаткове обладнання. У цьому випадку пропонується використовувати лабораторні практикуми для ЗВО, де можна буде знайти багато цікавих і пізнавальних лабораторних робіт та демонстрацій (Барановський, 1992).

Література

Барановський В.М., Бережний П.В., Горбачук І.Т., Дущенко В.П., Шут М.І. Загальна фізика: Лабораторний практикум: навчальний посібник для студ. педагогічних ін-тів / За заг. ред. І.Т.Горбачука. – К. : Вища школа, 1992. – 509 с.

Вергун І. В. (2019). Методика навчання фізики старшокласників в умовах відкритого білінгвально-орієнтованого освітнього середовища. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, (183), 180-184.

Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: навч. посібник. – Х. : НТУ «ХПІ», 2009. с.14-18.

Мартинюк О.О., Мартинюк О.С. Модернізація демонстраційного фізичного експерименту як засіб формування цифрової компетентності учнів та студентів. *Наукові записки / ред. кол. : В.Ф. Черкасов, В.В. Радул, Н.С. Савченко та ін. – Вип. 191. – Серія «Педагогічні науки».* – Кропивницький : РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2020. – С. 239-242.

Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти: Фізика і Астрономія. 10-11 класи (наказ № 1539 від 24.11. 2017 р.). К. : Освіта, 2017. 55 с. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-i-astronomiya-10-11-avtorskijkollektiv-pid-kerivnicztvom-lyashenka-o-i.doc> .

Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій: Наказ Міністерства освіти і науки України від 29 квітня 2020 року № 574. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 07 травня 2020 р. за № 410/34693 Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0410-20#n17>

Про повну загальну середню освіту: Закон України (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2020, № 31, ст. 226) Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>

Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М., Сліпучіна І.А., Войтович І.С. Методика і техніка експерименту з оптики: [посібн. для студ. фіз. спец. вищ. пед. навч. закл. та вчителів фізики]. – Луцьк : Волиньполіграф, 2011. – 292 с.

Сиротюк В., Мирошніченко Ю. Фізика і астрономія. Лабораторний практикум (рівень стандарту, за навч. програмою авт. кол. під керівництвом Ляшенка О. І.) : підруч. для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти / Володимир Сиротюк, Юрій Мирошніченко. – Київ : Генеза, с. 343

Трифорова О.М., Садовий М.І., Вовкотруб В.П. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград : ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 252 с.

Mirroschool — R&D-центр, дистриб'ютор приладів та обладнання для шкіл. Режим доступу: URL: <https://mirroschool.com/>

References

Baranovskiy V.M., Berezhnyi P.V., Horbachuk I.T., Dushchenko V.P., Shut M.I. (1992) Zahalna fizyka: Laboratornyi praktykum [General Physics: Laboratory Workshop]: navchalnyi posibnyk dlia stud. pedahohichnykh in-tiv / Za zah. red. I.T.Horbachuka. Kyiv : Vyshcha shkola. 509 s. [in Ukrainian].

Verhun I. V. (2019). Metodyka navchannia fizyky starshoklasnykiv v umovakh vidkrytoho bilinhvalno-orientovanoho osvithnoho seredovyschha [Methods of teaching physics to high school students in an open bilingual-oriented educational environment]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedagogichni nauky [Proceedings. Series: Pedagogical sciences]*, (183), 180-184 [in Ukrainian].

Hrabchenko A.I., Fedorovych V.O., Harashchenko Ya.M. (2009) Metody naukovykh doslidzhen [Research methods]: Navch. posibnyk. Kharkiv: NTU «KhPI». s.14-18 [in Ukrainian].

Martyniuk O.O., Martyniuk O.S. (2020) Modernizatsiia demonstratsiinoho fizychnoho eksperymentu yak zasib formuvannia tsyfrovoy kompetentnosti uchniv ta studentiv [Modernization of demonstration physical experiment as a means of forming digital competence of pupils and students]. *Naukovi zapysky [Proceedings]* / red. kol. : V.F. Cherkasov, V.V. Radul, N.S. Savchenko ta in. Vyp. 191. Serii «Pedagogichni nauky». Kropyvnytskyi : RVV TsDPU im. V. Vynnychenka. S. 239-242 [in Ukrainian].

Navchalni prohramy dlia 10-11 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity: Fizyka i Astronomiia. 10-11 klasy [Curricula for 10-11 grades of general secondary education: Physics and Astronomy. 10-11 classes] (nakaz № 1539 vid 24.11.2017). Kyiv : Osvita, 2017. 55 s. Rezhym dostupu: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizyka-i-astronomiia-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lyashenka-o-i.doc> [in Ukrainian].

Pro zatverdzhennia Typovoho pereliku zasobiv navchannia ta obladnannia dlia navchalnykh kabinetiv i STEM-laboratorii [About the statement of the Standard list of means of training and the equipment for educational offices and STEM-laboratories] (2020): Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 29 kvitnia 2020 roku № 574. Zareiestrovano v Ministerstvi yustytisii Ukrainy 07 travnia 2020 r. za № 410/34693 Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0410-20#n17> [in Ukrainian].

Pro povnu zahalnu seredniu osvitu [About full general secondary education] (2020) : Zakon Ukrainy (Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), № 31, st. 226) Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> [in Ukrainian].

Sadovyi M.I., Serhienko V.P., Tryfonova O.M., Slipukhina I.A., Voitovych I.S. (2011) Metodyka i tekhnika eksperymentu z optyky [Methods and techniques of experiment in optics]: [posibn. dlia stud. fiz. spets. vyshch. ped. navch. zakl. ta vchyteliv fizyky]. Lutsk : Volynpolihraf. [in Ukrainian].

Syrotiuk V.D. (2019) Fizyka i astronomiia .Laboratornyi praktykum [Physics and astronomy. Laboratory workshop] (riven standartu, za navch. prohramoiu avt. kol. pid kerivnytstvom Liashenka O. I.) : pidruch. dlia 11-ho kl. zakl. zah. sered. osvity / Volodymyr Syrotiuk, Yuriy Myroshnichenko. Kyiv : Heneza. S. 343 [in Ukrainian].

Tryfonova O.M., Sadovyi M.I., Vovkotrub V.P. (2013) Vybrani pytannia zahalnoi metodyky navchannia fizyky [Selected issues of general methods of teaching physics]: navch. posibn. dlia stud. f.-m. fak. vyshch. ped. navch. zakl. Kirovohrad: PP «TsOP «Avanhard». 252 s. [in Ukrainian].

Mirroschool — R&D-tsentr, dystrybiutor pryladiv ta obladnannia dlia shkil [Mirroschool is an R&D center, distributor of school supplies and equipment]. URL: <https://mirroschool.com/> [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

У статті висвітлено результати організації лабораторних робіт з використанням сучасної цифрової навчальної панелі з електрики в лабораторному практикумі з фізики, яку розроблено та виготовлено в м. Луцьку R&D-центром Mirroschool. У результаті проведеного дослідження

нами запропоновано методику організації лабораторних робіт з фізики з використанням навчальної панелі. Стаття містить фрагмент лабораторної роботи з фізики, що дозволяє активізувати пізнавальну діяльність здобувачів освіти. Методичні настанови, перш за все, знадобляться вчителям та викладачам фізики, які проводять лабораторні роботи та демонстрації з електрики, лаборантам у фізичних лабораторіях, які працюють з фізичним обладнанням, а також будуть корисні здобувачам освіти, які опановують знання з експериментальної науки.

Навчальна панель з електрики повністю забезпечує навчальними експериментами фізичні кабінети, лабораторії та навчальні приміщення з розділу «Електродинаміка», які використовуються у шкільній програмі, затвердженій Міністерством освіти і науки України. Панель може використовуватися як учителями, так і викладачами у ЗВО. Звичайно, лабораторні роботи і демонстрації на уроках фізики в закладах загальної середньої освіти досить легко піддаються модернізації та адаптації, що дозволяє використовувати і інші навчальні панелі, які представлені на ринку навчального обладнання. Але якщо мова йде про заклади вищої освіти чи коледжі, то перелік лабораторних робіт може значно скоротитися або просто доведеться використовувати додаткове навчальне обладнання та лабораторні практикуми.

Навчальна панель з електрики – це сучасне шкільне навчальне обладнання, яке в тому числі вдало узгоджується з навчальними нормами нової української школи та STEM-освіти. Панель відповідає всім вимогам законодавству про мову, стандарту освіти, вимогам санітарного законодавства, пожежній та електробезпеці, вимогам охорони здоров'я та ін. Також усі витратні матеріали доступні для придбання в Україні.

Ключові слова: лабораторна робота, демонстрація, методика, навчальна панель, освіта.