

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОГО ВЕБ-ЕМУЛЯТОРА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлено сучасне бачення вирішення проблеми падіння якості надання освітніх послуг в умовах повномасштабного вторгнення. Розглянуто проблему фізичної недоступності та зношення обладнання в рамках дисциплін прикладного вивчення. Виконано аналіз методики проведення лабораторної роботи з фізики та перелічено необхідні компоненти апаратних установок. Наведено графічні результати розробки комплексного веб-емулятора, що значно спрощує процес підготовки лабораторних занять як для викладачів, так і для студентів.

Ключові слова: емулятор, веб-розробка, фізика, коефіцієнт дисперсії імпедансу біологічних тканин.

Abstract

This work presents a modern vision of solving the problem of the decline in the quality of educational services in conditions of full-scale invasion. The problem of physical inaccessibility and wear and tear of equipment within the disciplines of applied study is considered. The methodology for conducting laboratory work in physics is analyzed and the necessary components of hardware installations are listed. The graphical results of the development of a comprehensive web emulator are presented, which significantly simplifies the process of preparing laboratory classes for both teachers and students.

Keywords: emulator, web development, physics, impedance dispersion coefficient of biological tissues.

Вступ

В умовах безмежності та постійного оновлення інформаційного простору зростає роль активного залучення закладів освіти до цифровізації методик підтримки навчального процесу [1]. А невинний розвиток технологій та старіння й зношення уже існуючого обладнання гостро ставлять питання про необхідність оновлення різних засобів навчання. Особливо це стосується таких дисциплін, які використовують прикладні методи надання знань. Наприклад, фізика – предмет, що вивчається на перших курсах технічних та медичних спеціальностей у вищих закладах освіти. Навчальним планом цієї дисципліни передбачено виконання великої кількості лабораторних робіт, кожна з яких вимагає певного набору інструментів та обладнання, що не завжди в повній мірі наявні в арсеналі лабораторій, а також часто виходять з ладу. Окрім зазначеної вище проблеми, доступність апаратного забезпечення ставиться під питання під час карантинів та інших умов переходу на дистанційне навчання, що унеможливорює належне виконання навчальних планів як з боку студентів, так і з боку викладачів. А це, в свою чергу, знижує рівень знань та навчальних компетентностей і, як наслідок, якість надання освітніх послуг значно погіршується.

Для вирішення цієї проблеми в локальному розрізі, було розроблено комплексний веб-емулятор, що надає студентам змогу виконувати практичну частину завдань в зручному онлайн-форматі. На даний момент в емуляторі представлено лабораторну роботу, що має назву «Дослідження електричного опору біологічних тканин» та загалом передбачена до виконання у курсі фізики Вінницького національного медичного університету.

Теоретична частина лабораторної роботи

Дана лабораторна робота складається з двох завдань, для виконання яких потрібно володіти такими поняттями, як:

1. Активний опір.
2. Ємнісні властивості біологічних тканин.
3. Індуктивні властивості біологічних тканин.

На рисунку 1 представлена електрична схема установки для дослідження електропровідності і дисперсії імпедансу біотканин, наприклад, рослинного походження (яблука, картоплі тощо). Вона

складається з омметра Ω , міліамперметра mA, вольтметра V, звукового генератора Г, електродів E1 і E2, газових прокладок GP та біооб'єкта.

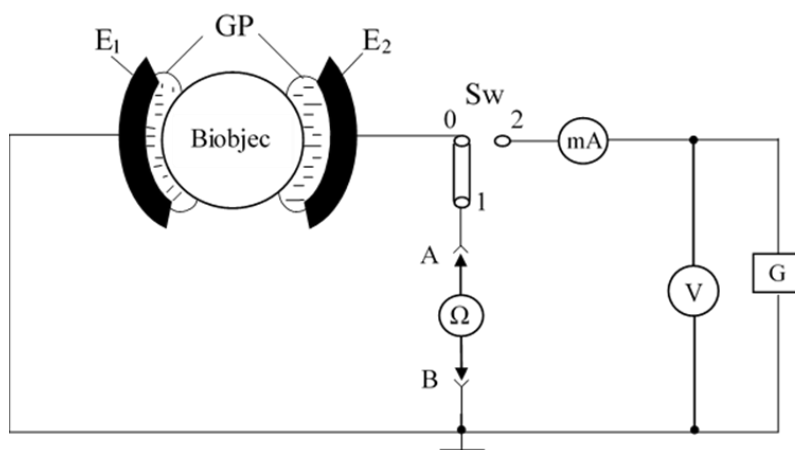


Рисунок 1 – Електрична схема дослідження

Опір біотканини при змінному струмі розраховується за формулою:

$$Z = \frac{U_{ef}}{I_{ef}} \quad (1)$$

де U_{ef} та I_{ef} відповідно, ефективні значення напруги і сили струму в електричному колі.

Для оцінки дисперсії імпедансу біологічних тканин використовується коефіцієнт дисперсії імпедансу K, який дорівнює відношенню імпедансу біологічних тканин на низьких частотах $Z(lf)$ і високих $Z(hf)$:

$$K = \frac{Z(lf)}{Z(hf)} \quad (2)$$

На практиці дисперсія імпедансу біологічної тканини вимірюється в діапазоні частот: 1000 Гц (низька частота), 10 МГц (висока частота). Для цих частот значення K для живої тканини дорівнює 10-15, а для пошкодженої або мертвої тканини дорівнює 1. За значенням цього коефіцієнта можна зробити висновок про життєздатність біотканин або органів, що підлягають трансплантації.

Практична частина. Перше завдання

Перше завдання присвячене вимірюванню опору живого та неживого біологічного об'єкта рослинного походження при постійному струмі. Електрична схема установки складається з омметра та зразків біологічних об'єктів (живого та неживого по черзі). Вимірювання опору проходить для кожного зразка окремо в момент підключення кола та через 3 хвилини.



Рисунок 2 – Установка для першого завдання

На рисунку 2 представлено установку, що складається з омметра, та під'єданого до нього біооб'єкта, у даному випадку – сирої картоплі. За допомогою пристрою, після пропускання електричного струму через коло, здійснюється вимірювання опору, значення якого відображається на шкалі.

Практична частина. Друге завдання

Друге завдання передбачає дослідження дисперсії імпедансу живого та неживого зразків рослинного походження. Електрична установка (рисунок 3) складається зі звукового генератора, вольтметра, міліамперметра та біологічних зразків. Дані про струм та напругу в колі заносяться в таблицю при різних значеннях частоти для кожного зразка окремо. Після зняття всіх необхідних даних необхідно розрахувати значення імпедансу Z окремо для живого та неживого зразка за формулою (1). Завдання завершується визначенням коефіцієнту поляризації K за обох зразків за формулою (2) [2].

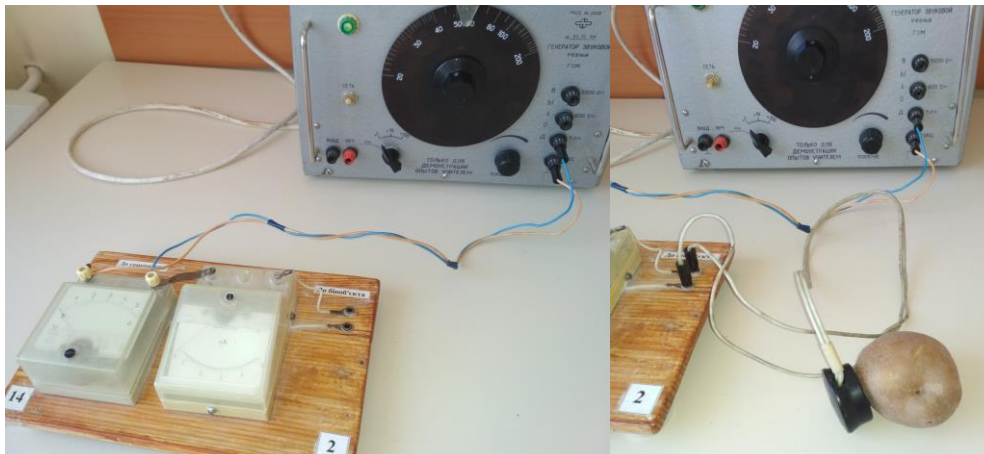


Рисунок 3 – Установка для другого завдання

Результати розробки

Розроблений веб-емулятор є комплексним, оскільки складається як з теоретичних відомостей до лабораторної роботи, так і з практичної її частини. Окрім того, перевірка рівня засвоєння теоретичних відомостей студентами здійснюється безпосередньо в роботі, за допомогою набору тестових запитань, що з'являються у випадковому порядку.

Початкова сторінка веб-емулятора має наступний вигляд (рисунок 4).

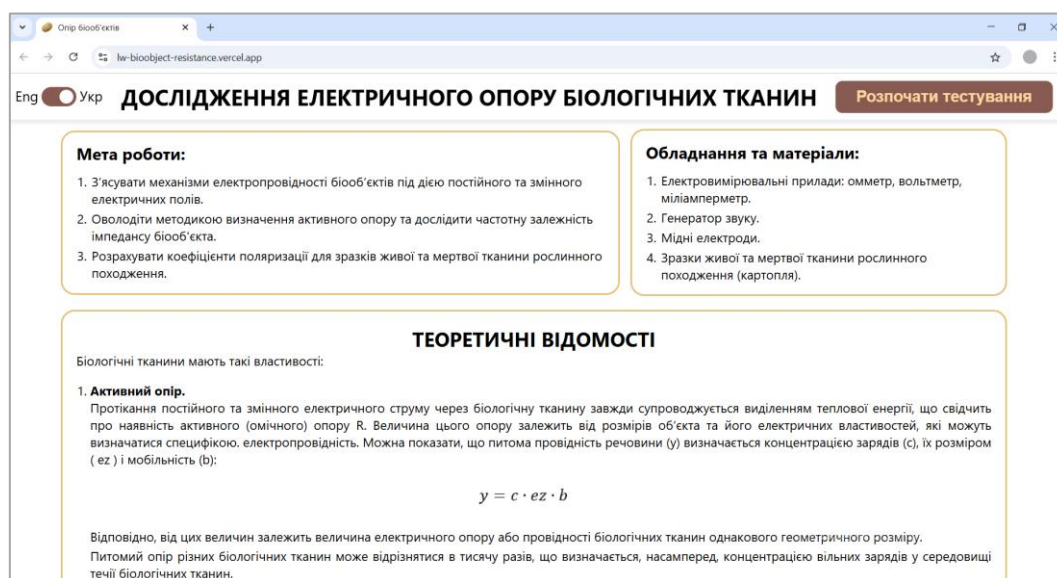


Рисунок 4 – Початкова сторінка

Першою перевагою даної розробки є універсальність її використання та легкість доступу. Емулятор розміщений в мережі Інтернет, та є доступним для всіх, хто має посилання на його сторінку. Потрібен лише комп'ютер та мережеве з'єднання.

Окремою перевагою даного веб-емюлятора є його багатомовність. У лівому верхньому кутку сторінки є спеціальна кнопка, де виконавець може обрати мову лабораторної роботи: англійську чи українську.

З правого боку сторінки є повзунок, прокрутивши який можна в повній мірі ознайомитися з теоретичними відомостями лабораторної роботи. Тут варто зазначити, що веб-емюлятор розроблений з огляду на те, що студентам необхідно буде вивчити необхідні матеріали, попередньо окремо надані викладачем, в більшому обсязі ще до початку роботи.

Після завершення ознайомлення варто натиснути кнопку «Розпочати тестування», що знаходиться у правому верхньому кутку та перейти на наступну сторінку, де по черзі відображаються 10 запитань, передбачених тестом (рисунок 5). У правому верхньому кутку встановлено таймер, протягом якого можна давати відповідь. Якщо час закінчиться до того, як студент обере відповідь, то завдання зарахується як неправильно виконане.

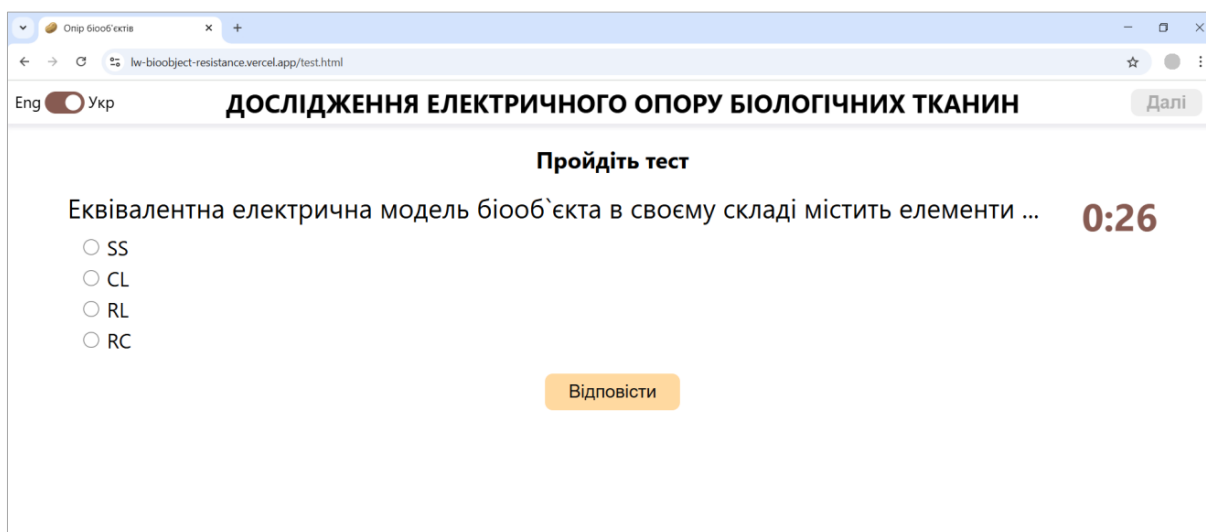


Рисунок 5 – Запитання до теоретичних відомостей

Якщо правильних відповідей було замало, користувач побачить таку сторінку (рисунок 6).

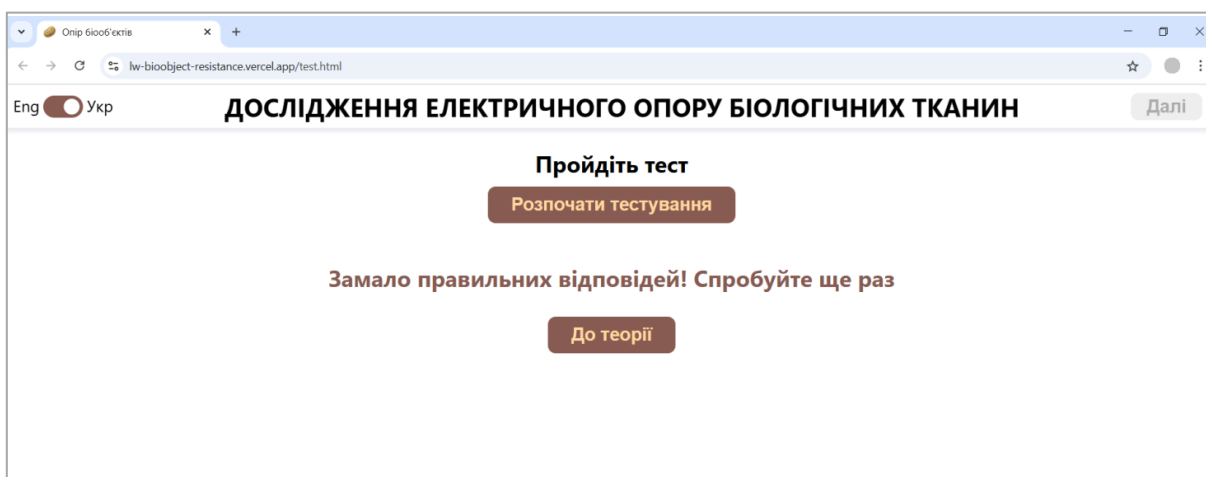


Рисунок 6 – Недостатня кількість правильних відповідей

Якщо ж правильних відповідей більше 50%, то повідомлення зміниться відповідно (рисунок 7):

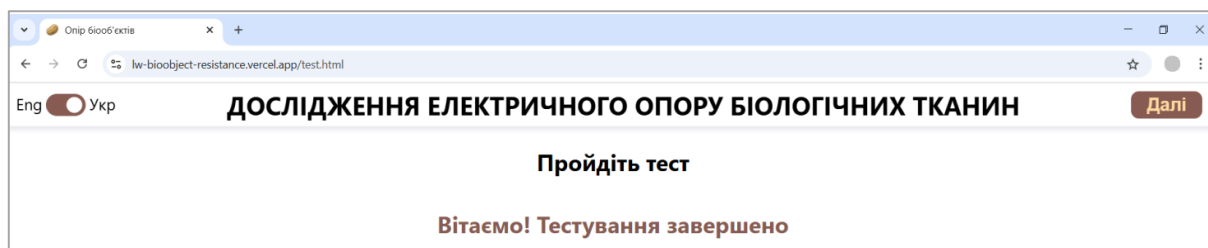


Рисунок 7 – Завершення тестування

Щоб продовжити виконання лабораторної роботи, необхідно натиснути на кнопку «Далі», що знаходиться у правому верхньому кутку. Перейшовши на сторінку з першим завданням (рисунок 8, 9), потрібно обрати із запропонованих об'єктів ті, що необхідні для виконання роботи та зібрати схему.

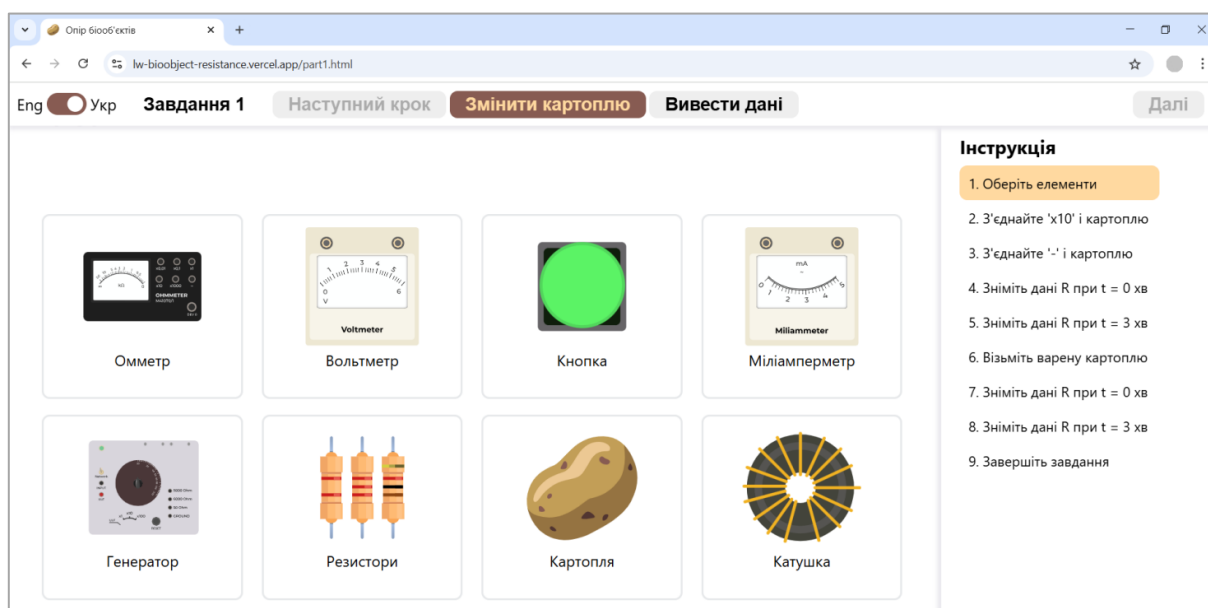


Рисунок 8 – Обрання об'єктів

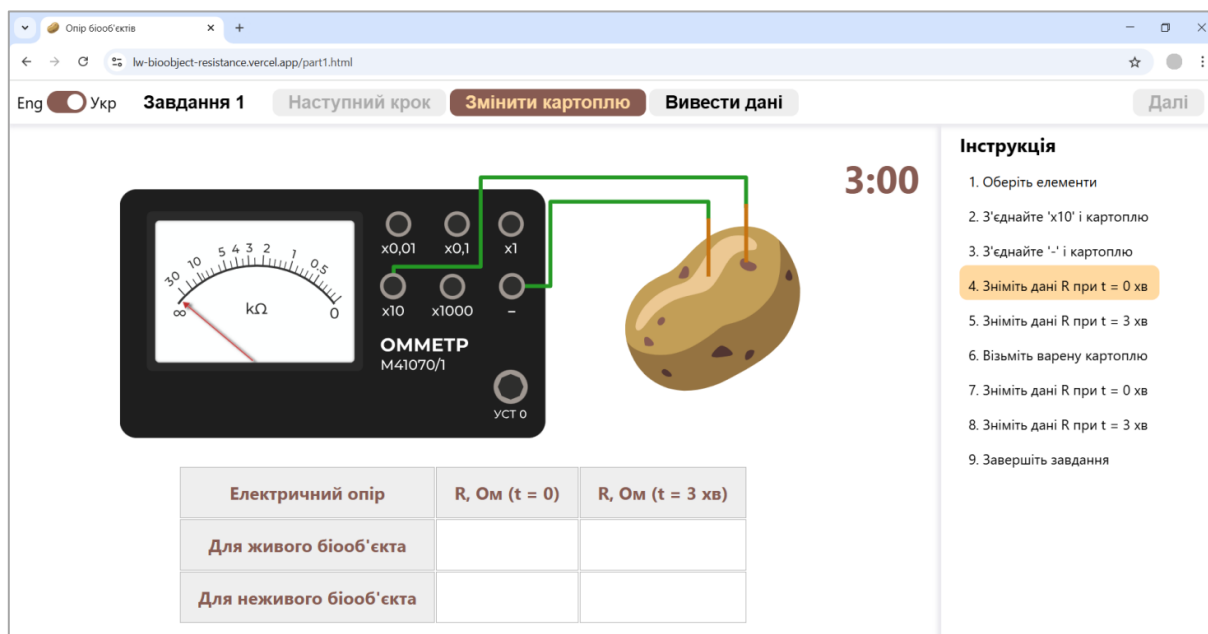


Рисунок 9 – Складання схеми

А потім, слідуючи крокам прописаним у інструкції дійти до кінця й отримати дані у таблицю. Варто звернути увагу, що на рисунку 10 знаходиться вже варена картопля, оскільки на кроці 6 її потрібно змінити за допомогою кнопки «Змінити картоплю».

Eng ☒ Укр **Завдання 1** Наступний крок **Змінити картоплю** Вивести дані **Далі**

0:00

Інструкція

1. Оберіть елементи
2. З'єднайте 'x10' і картоплю
3. З'єднайте '-' і картоплю
4. Зніміть дані R при t = 0 хв
5. Зніміть дані R при t = 3 хв
6. Візьміть варену картоплю
7. Зніміть дані R при t = 0 хв
8. Зніміть дані R при t = 3 хв
9. Завершіть завдання

Електричний опір	R, Ом (t = 0)	R, Ом (t = 3 хв)
Для живого біооб'єкта	600	2001
Для неживого біооб'єкта	601	1097

Рисунок 10 – Завершення першого завдання

Завершивши виконання першого завдання необхідно натиснути кнопку «Далі», що знаходиться у правому верхньому кутку та розпочати виконання останньої частини лабораторної роботи. Обравши елементи й зібравши їх у схему студент отримує вигляд сторінки, зображений на рисунку 11.

Eng ☒ Укр **Завдання 2** Наступний крок **Змінити картоплю** Вивести дані **Завершити**

Інструкція

7. Встановіть множник 'x1'
8. Встановіть частоту на 50 Гц
9. Зніміть дані U та I
10. Обнулiть амплітуду
11. Встановіть частоту на 100 Гц
12. Зніміть дані U та I
13. Обнулiть амплітуду
14. Встановіть частоту на 150 Гц
15. Зніміть дані U та I
16. Обнулiть амплітуду
17. Встановіть частоту на 200 Гц
18. Зніміть дані U та I
19. Обнулiть амплітуду
20. Встановіть множник 'x10'

Для живого біооб'єкта											
F, Гц	50	100	150	200	500	1000	2000	5000	10000	15000	20000

Рисунок 11 – Схема другого завдання

Під схемою знаходиться дві таблиці (рисунок 12) – для живого та неживого біооб'єктів, що поступово заповнюються даними напруги U і сили струму I в ході виконання інструкції. Деякі дані, такі як значення частоти F та коефіцієнта L вже є в таблиці. А опір біотканини Z й коефіцієнт дисперсії імпедансу K виконавець повинен розрахувати самостійно за попередньо наведеними формулами та занести у відповідні комірки.

Eng ☒ Ukr **Завдання 2** Наступний крок **Змінити картоплю** Вивести дані Перевірити **Завершити**

LgF	1.70	2.00	2.18	2.30	2.70	3.00	3.30	3.70	4.00	4.18	4.30
U, В	0.81	0.8	0.83	0.82	0.79	0.83	0.78	0.8	0.82	0.81	0.79
I, мА	2.42	2.4	2.43	2.42	2.38	2.6	2.61	2.98	3.59	3.83	4.39
Z, кОм											

Для неживого біооб'єкта

F, Гц	50	100	150	200	500	1000	2000	5000	10000	15000	20000
LgF	1.70	2.00	2.18	2.30	2.70	3.00	3.30	3.70	4.00	4.18	4.30
U, В	0.41	0.38	0.43	0.4	0.39	0.41	0.41	0.41	0.39	0.42	0.4
I, мА	4.02	4	3.98	3.79	3.81	3.62	3.82	3.81	4.02	3.61	4.02
Z, кОм											

Коефіцієнт K для живого біооб'єкта = Коефіцієнт K для неживого біооб'єкта =

Інструкція
80. Розрахуйте значення опору Z та коефіцієнту поляризації K

Рисунок 12 – Внесення даних в таблиці

Якщо розраховані вручну значення є вірними, то на екрані з'являється відповідне повідомлення (рисунок 13).

Eng ☒ Ukr **Завдання 2** Наступний крок **Змінити картоплю** Вивести дані Перевірити **Завершити**

LgF	1.70	2.00	2.18	2.30	2.70	3.00	3.30	3.70	4.00	4.18	4.30
U, В	0.81	0.8	0.83	0.82	0.79	0.83	0.78	0.8	0.82	0.81	0.79
I, мА	2.42	2.4	2.43	2.42	2.38	2.6	2.61	2.98	3.59	3.83	4.39
Z, кОм	335	333	342	339	332						180

Для неживого біооб'єкта

F, Гц	50	100	150	200	500	1000	2000	5000	10000	15000	20000
LgF	1.70	2.00	2.18	2.30	2.70	3.00	3.30	3.70	4.00	4.18	4.30
U, В	0.41	0.38	0.43	0.4	0.39	0.41	0.41	0.41	0.39	0.42	0.4
I, мА	4.02	4	3.98	3.79	3.81	3.62	3.82	3.81	4.02	3.61	4.02
Z, кОм	102	95	108	106	102	113	107	108	97	116	100

Коефіцієнт K для живого біооб'єкта = Коефіцієнт K для неживого біооб'єкта =

Відмінно!
OK

Інструкція
80. Розрахуйте значення опору Z та коефіцієнту поляризації K

Рисунок 13 – Правильність розрахованих значень

А далі, натиснувши кнопку «Завершити», користувач перейде на фінальну сторінку роботи, на якій буде зазначено результат проходження лабораторних завдань (рисунк 14).



Рисунок 14 – Результати виконання лабораторної роботи

Висновки

Розроблений веб-емулятор має ряд переваг:

1. Простота й зрозумілість інтерфейсу.
2. Чітка структурованість подання завдань.
3. Підтримка як української, так і англійської мови для закордонних студентів.
4. Доступність – можливість виконання лабораторної роботи з будь-якої локації – університету чи домівки.
5. Незалежність від реального фізичного обладнання.

Таким чином, він задовольняє усі потреби користувача, значно полегшуючи проведення лабораторних занять.

Окрім того, подібний підхід до вирішення проблеми апаратного забезпечення має великий потенціал завдяки можливості масштабування для різних тем лабораторних робіт [3] та дисциплін загалом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Литвиненко О. Трансформація освіти: можливості цифрового освітнього середовища. – Розвиток професійної компетентності педагогічних працівників в умовах неперервної освіти. 2023, № 59. С. 196–201.
2. Дяков В. А., Гудзь В. О., Желіба В. Т., Іваницький Б. Г., Ковальчук П. П., Назаренко Н. С., Хаїмзон І. І. Лабораторний практикум з медичної і біологічної фізики. – Вінниця: ВДМУ, 1999, С. 115–130.
3. Кулик Я. А., Миронюк С. М. Розробка емуляторів фізичних процесів для лабораторних робіт з фізики [Електронний ресурс] <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/viewFile/22502/18774>

Нестюк Людмила Юрійвна – студентка групи ЗАКІТР-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lynestiuk@gmail.com

Nestiuk Liudmyla Y. – student of 1AKITR-24m group, faculty of intellectual information technologies and automation, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: lynestiuk@gmail.com