

4. АВТОРСЬКІ ПРОГРАМИ ТА ПРОЄКТИ



Олена Миколаївна Барановська,
учитель вищої категорії, учитель-методист,
вчитель біології Березівського ліцею
Березівської сільської ради
Сарненського району Рівненської області,
с. Березове, Рівненська область, Україна

 <https://orcid.org/0009-0006-7536-7917>



Тетяна Степанівна Кравченя,
учитель вищої категорії, старший учитель,
вчитель біології Березівського ліцею
Березівської сільської ради
Сарненського району, Рівненської області,
с. Березове, Рівненська область, Україна

УДК 373.5.016:57+371.3:004+57(075.3)

ПРОВЕДЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ПІД ЧАС УРОКІВ І ПОЗАКЛАСНИХ ЗАНЯТЬ З БІОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Анотація.

У статті розглянуто особливості організації біологічних експериментів під час уроків і позакласних занять із використанням цифрового вимірювального обладнання. Наголошено, що залучення учнів до практичних досліджень формує стійкий інтерес до біології, розвиває наукове мислення, навички аналізу та синтезу інформації, а також зміцнює міждисциплінарні зв'язки з математикою, хімією та фізикою. Підкреслено роль учителя в доборі тем, плануванні експериментів і контролі їх виконання. Зазначено, що цифрові лабораторії, зокрема комплекс Vernier, відкривають нові можливості для проведення точних, наочних і безпечних досліджень у шкільних умовах. Описано приклади експериментів, які виконуються учнями: вимірювання артеріального тиску в спокої та під час фізичних навантажень, дослідження процесу скисання молока, вивчення ефекту потовиділення. Використання цифрових вимірювальних технологій сприяє підвищенню якості навчального процесу та формуванню ключових компетентностей у галузі STEM-освіти.

Ключові слова: біологічний експеримент; цифрові вимірювальні лабораторії; Vernier; STEM-освіта; практичні дослідження; шкільна біологія.

Участь у біологічних експериментах і спостереженнях є чудовим засобом залучення дітей до занять біологією. Експериментальна діяльність викликає у дітей зацікавленість обраною для досліджень проблемою, стимулює їхню самостійну роботу з науковою літературою, сприяє розвитку наукового системного мислення, формує в учнів навички аналізу й синтезу інформації. Окрім того, біологічні дослідження дають змогу зміцню-

вати міждисциплінарні зв'язки, особливо з такими предметами, як математика, хімія та фізика.

Усі дослідження в школі проводяться учнями під керівництвом і контролем учителя, який пропонує їм теми досліджень і забезпечує їх відповідними методичними рекомендаціями щодо пошуку наукової літератури, планування дослідження й аналізу його результатів. Необхідно зазначити, що вибір теми дослідження становить певні труднощі.

З одного боку, тема не має вимагати проведення занадто складних експериментів, оскільки всю чи майже всю роботу учні мають виконувати самостійно. З іншого боку, робота не має бути й занадто простою та тривіальною, оскільки підтвердження в результаті виконання роботи фактів і закономірностей, які давно й добре всім відомі, не має жодного сенсу. Отримання, нехай і невеликого за обсягом, але важливого наукового результату, позитивно впливає на ставлення учнів до роботи, стимулює її подальше проведення.

Змінюється світ, з'являється дедалі більше технологічних рішень, відкривається безліч нових можливостей. Нині в галузі освіти також активно використовують сучасні технології. Для проведення біологічних експериментів доцільно використовувати цифрові вимірювальні лабораторії.

У нашій школі наявна цифрова лабораторія Vernier, за допомогою якої проводяться змістовні, цікаві уроки та позакласні заняття з біології.

Vernier – тип навчального обладнання. Це цифровий вимірювальний комплекс, який є дуже компактним, не потребує багато місця і навіть не потребує стаціонарного підключення до мережі. Цей комплекс складається з:

– **ресстратора даних LabQuest®**, що дає змогу отримувати дані автономно. Цей ресстратор даних є повністю автономним і допомагає проводити дослідження як у польових, так і в лабораторних умовах. Його застосування передбачає можливість під'єднання до повноцінного використання мультимедійних дисплеїв, комп'ютерів, смартфонів. Також є можливість відправляти отримані дані на електронну пошту;

– **цифрових датчиків** для вимірювання різних показників. Їх асортимент вражає: датчики температури, тиску, напруги, струму, ультрафіолету, кольору світла, рівня освітленості, вологості, радіації, вмісту кисню та вуглекислого газу, визначення ЕКГ, ЧСС і артеріального тиску, датчик руху, рівня звуку, електропровідності різних речовин.

Розглянемо деякі біологічні експерименти, що здійснюються з учнями нашої школи в межах навчальних занять і позакласної роботи з біології.

Експеримент 1.

Визначення артеріального тиску в стані спокою та під час фізичних навантажень

Мета: навчитися вимірювати артеріальний тиск у стані спокою та після фізичного навантаження.

Обладнання: ресстратор даних LabQuest; датчик артеріального тиску.

Завдання:

1. Виміряти артеріальний тиск у стані спокою.
2. Виміряти артеріальний тиск після фізичних навантажень.

3. Порівняти тиск у різних станах.
4. Визначити коефіцієнт здоров'я.

Довідка

Артеріальний тиск – кров'яний тиск, що вимірюється на артеріях і визначає силу тиску крові на стінках артерій під час систоли та діастоли серцевого м'яза. Завжди вимірюється два значення: систолічний (верхній) і діастолічний (нижній).

Відповідно до стандартів ВООЗ нормальними показниками АТ вважають: 139/89 мм рт. ст. – нормальний високий, 120/80 мм рт.ст. – оптимальний. Проте у науковій літературі, що базується на попередніх стандартах, нормальні значення систолічного артеріального тиску визначалися в межах 110–140 мм рт. ст., тоді як діастолічного – 69–89 мм рт. ст. Указані величини є узагальненими, оскільки АТ може змінюватися від багатьох чинників: часу доби, психологічного стану людини (під час стресу тиск підвищується), прийому різних стимулюючих речовин (кава, чай, деякі препарати підвищують тиск) або медикаментів, захворювань (нирок, серця та ендокринної системи) тощо. Стійке підвищення артеріального тиску вище 140/90 мм рт. ст. (артеріальна гіпертензія) або стійке зниження артеріального тиску нижче 90/50 мм рт. ст. (артеріальна гіпотензія) можуть бути симптомами різних захворювань (у простому випадку гіпертонії та гіпотонії відповідно).

Підготовка цифрової лабораторії: 1) увімкніть ресстратор даних LabQuest; 2) приєднайте датчик температури до порту ресстратора; 3) переконайтеся, що вибрано лише датчик артеріального тиску; 4) швидкість має бути 10 с; 5) тривалість має становити 120 с; 5) зберіть обладнання, як показано на світлині (фото 1).

Хід роботи

1. Вимірювання артеріального тиску в стані спокою.



Фото 1. Підготовка обладнання

Виконуючи вимірювання артеріального тиску, найкраще працювати з партнером. Приєднайте гумовий шланг від манжети до роз'єму на датчику.

Щільно оберніть манжету навколо руки об'єкта, приблизно на 2 см вище ліктя, як показано нижче (фото 2).

а)



б)



Фото 2 (а і б). Вимірювання артеріального тиску в стані спокою

Два гумові шланги від манжети мають бути розміщені над двоголовим м'язом (біля плечової артерії), а не під рукою. Важливо, щоб рука перебувала на рівні серця і була розслабленою під час збору даних. Для підтримки руки можна використовувати письмовий або робочий стіл. Під час збору даних потрібно залишатися в нерухомому положенні, причому виключаються будь-які рухи руки та кисті, щоб забезпечити точність проведених вимірювань.

Почніть збір даних. Швидко і багаторазово стискайте колбу, щоб надуту манжету. Продовжуйте надувати манжету до тиску 150–170 мм рт. ст.

Примітка: лічильник у програмному забезпеченні для збору даних також відобразить поточні показання тиску з датчика.

Коли в манжеті досягнуто відповідного тиску (150–170 мм рт. ст.), поставте насос на стіл. Вбудований клапан скидання тиску повільно спускає манжету (близько 2 хв).

Коли тиск знизиться до 50 мм рт. ст., ви можете натиснути на клапан скидання тиску, щоб випустити повітря, що залишилося в манжеті. Коли світловий індикатор датчика світиться зеленим, то це означає, що параметри артеріального тиску

успішно передано. Зупинити збір даних. Результати відобразяться в лічильниках у нижній частині графіка. Результати також можна знайти в таблиці даних і повідомити на екрані лічильника (фото 3).

Примітка: якщо індикатор датчика світиться червоним, то це означає, що параметри артеріального тиску не були передані датчиком. Повторити збір даних.

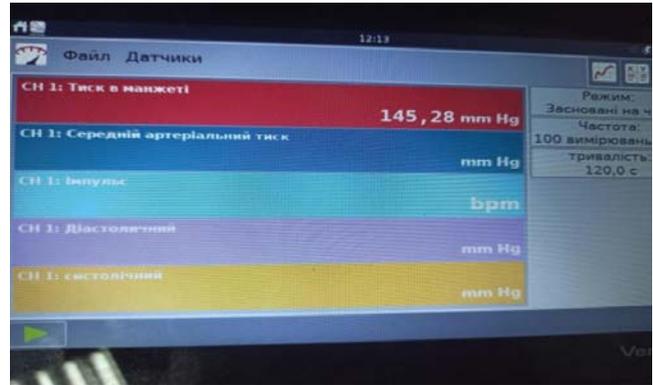


Фото 3. Показники вимірювання артеріального тиску, відображені в програмі

2. Вимірювання артеріального тиску після фізичних навантажень.

Рекомендовано, щоб суб'єкт протягом 60 с здійснив стрибки чи біг на місці, після чого процедуру необхідно повторити.

3. Аналіз результатів.

Порівняти тиск у різних станах і визначити коефіцієнт здоров'я.

Коефіцієнт здоров'я (КЗ), або індекс функціональних змін (ІФЗ), призначений для оцінювання рівня функціональних можливостей, а також визначення адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи. ІФЗ (КЗ) визначається в умовних одиницях. Для розрахунку ІФЗ (КЗ) потрібні дані про частоту серцевих скорочень (ЧСС), розміри артеріального тиску (АТсист. – систолічний, АТдіаст. – діастолічний), зріст (Р), вагу тіла (ВТ) та вік (В):

$$\text{ІФЗ} = 0,011\text{ЧСС} + 0,014 \text{ АТсист.} + 0,008 \text{ АТдіаст.} + 0,014\text{В} + 0,009\text{ВТ} - 0,009\text{Р} - 0,27$$

Таблиця

Рубрикація ІФЗ

Групи	Ступінь адаптації	Кількість ум. од.
I	Задовільна адаптація	< 2,59
II	Напруга механізмів адаптації	2,6–3,09
III	Незадовільна адаптація	3,1–3,49
IV	Порушення адаптації	≥ 3,5

Висновок. Підсумуйте вплив фізичних вправ на артеріальний тиск.

Експеримент 2.

Дослідження процесу скисання молока

Мета: дослідити процес скисання молока.

Обладнання: реєстратор даних LabQuest; датчик рН – 2 шт.; штатив лабораторний – 2 шт.; стакан хімічний – 2 шт.; молоко; ферментний препарат (можна замінити на слину).

Довідка. Причиною скисання молока є бактерії, які містяться навіть у свіжому молоці. Це цілком природний процес, оскільки вони потрапляють у молоко з вимені. Коли молоко зовсім свіже, бактерії на нього не впливають і молоко цілком можна вживати навіть у сирому вигляді. Коли молоко постоїть, то бактерії починають свій «мініпроект» із розмноження та поїдання лактози, через що молоко стає кислим. Ці мікроорганізми здатні окисляти молочний цукор (лактозу) до молочної кислоти, яка і надає продукту кислий смак. Спори бактерій завжди присутні на коров'ячому вимені. Навіть якщо молоко стерилізувати, бактерії потраплять до нього з повітря після відкриття ємності. Водночас швидкість їх розмноження залежить від температури. Інтенсивність скисання молока можна визначити шляхом фіксації зміни рН середовища, що можливо зробити за допомогою цифрової лабораторії.

Підготовка цифрової лабораторії: 1) увімкніть реєстратор даних LabQuest; 2) приєднайте датчики рН до порту реєстратора; 3) встановіть параметри реєстратора: частота – 1 с; заміри 250 000; тривалість – 2 дні, 21 год, 26 хв; 4) зберіть обладнання, як показано на світлині (фото 4).



Фото 4. Підготовка обладнання

Примітка: це довгий експеримент, тому переконайтеся, що адаптер змінного/постійного струму підключено до планшета LabQuest® на період проведення експерименту.

Хід роботи

1. Налийте у дві склянки 100 мл молока.
2. Позначте склянки цифрами 1 та 2.
3. У першу склянку налейте 3 мл ферментного препарату.
4. Помістіть у склянку рН датчики.
5. Запустіть реєстрацію даних.

6. Залиште процес реєстрації на добу.
7. Збережіть дані.

Аналіз результатів

1. Відкрийте графік. Запишіть початкове та кінцеве значення.
2. Відкрийте другий графік. Також запишіть початкове і кінцеве значення.
3. Розрахуйте дані обох графіків за формулою: $V = \Delta pH / \Delta T$
4. У якій склянці була більша зміна рН? Чому?
5. Що викликає зниження рН молока?
6. Чи спостерігали ви зниження рН одразу після початку інкубації?
7. Що може бути причиною цього явища?

Висновок. Що може бути причиною зниження рН?

Експеримент 3.

Ефект потовиділення

Мета: дослідити зв'язок між потовиділенням й охолодженням.

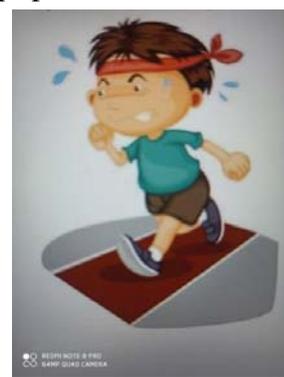
Обладнання: реєстратор даних LabQuest; датчик температури (від -40 до 140 °C); пластиковий пакет; гумка (для герметизації поліетиленового пакета).

Завдання:

1. Вимірювання температури непокритої руки.
2. Вимірювання температури руки, покритої поліетиленом.
3. Порівняльна характеристика отриманих даних.

Довідка

Подивіться на дві фотографії нижче:



- Що спільного у цих двох дітей?
- Спробуйте пояснити, що відбувається з дітьми на малюнках і що вони відчувають.
- Що таке піт? Чому ми потіємо? Коли ми потіємо? Чи все живе потіє?

Коли спекотно чи коли ми напружуємося, наші тіла намагаються підтримувати стабільну температуру, охолоджуючи тіло через піт.

- Що таке піт?

Потовиділення складається з рідини, що виділяється нашим тілом через потові залози в нашій

шкірі. Багато ссавців використовують піт, щоб регулювати температуру свого тіла.

– Як піт охолоджує нас?

Потовиділення використовує природний процес випаровування – піт зволожує нашу шкіру, рідина випаровується, тобто перетворюється на газ. Після цього наше тіло охолоджується. Це допомагає організму запобігти перегріву в спекотну погоду чи під час напруження. Насправді ми майже завжди потіємо, навіть коли цього не відчуваємо. У дні з високим індексом тепла (і температура, і вологість високі), піт виділяється не випаровується, через що охолодження тіла не відбувається. Така ж ситуація спостерігається, якщо покласти руку в поліетиленовий пакет.

Підготовка цифрової лабораторії: 1) увімкніть реєстратор даних LabQuest; 2) приєднайте датчик температури до порту реєстратора; 3) налаштуйте параметри вимірювань: частота – 10 замірів за 1 с, кількість замірів – 5000, тривалість – 8 хв 20 с (фото 5).



Фото 5. Підготовка обладнання

Хід роботи

1. Вимірювання температури непокритої руки.

Спрогнозуйте, що станеться з температурою вашої руки, коли вона не покрита. Виберіть зовнішній датчик температури (від -40 до 140 °C) і тримайте датчик температури, як показано на фото 6.



Фото 6. Перший етап проведення експерименту

Торкніться датчика, щоб почати збір даних і спостерігайте за графіком температури.

2. Вимірювання температури покритої руки поліетиленом.

Зробіть припущення стосовно того, як зміниться температура вашої руки після того, як ви її накриєте поліетиленовим пакетом.

Накрийте руку поліетиленовим пакетом. Утримуйте датчик температури всередині пакеті. Почніть збір даних та спостерігайте за графіком температури (фото 7).



Фото 7. Процес проведення експерименту

Через 10 хв попросіть друга зняти поліетиленовий пакет. Зачекайте ще 5 хв і виміряйте температуру непокритої руки. Здійсніть спостереження за графіком температури.

Аналіз результатів

3. Порівняльна характеристика отриманих даних (фото 8 а, б, в).



а) дані температури непокритої руки



б) дані температури руки, покритої поліетиленом

Час (с)	Температура (°C)
0.0	39.2
1.0	39.2
2.0	39.2
3.0	39.2
4.0	39.2
5.0	39.2
6.0	39.2
7.0	39.2
8.0	39.2
9.0	39.2
10.0	39.2
11.0	39.2
12.0	39.2
13.0	39.2
14.0	39.2
15.0	39.2
16.0	39.2
17.0	39.2
18.0	39.2
19.0	39.2
20.0	39.2
21.0	39.2
22.0	39.2
23.0	39.2
24.0	39.2
25.0	39.2
26.0	39.2
27.0	39.2
28.0	39.2
29.0	39.2
30.0	39.2
31.0	39.2
32.0	39.2
33.0	39.2
34.0	39.2
35.0	39.2
36.0	39.2
37.0	39.2
38.0	39.2
39.0	39.2
40.0	39.2
41.0	39.2
42.0	39.2
43.0	39.2
44.0	39.2
45.0	39.2
46.0	39.2
47.0	39.2
48.0	39.2
49.0	39.2
50.0	39.2

в) таблиця показників

Фото 8. Порівняльна характеристика отриманих даних

Подивіться на графік і таблицю вашої непокритої руки й обговоріть такі запитання:

1. Якою була початкова температура?
2. Якою була кінцева температура?
3. Що сталося з температурою? (*знизилася/залишилася такою ж*)

Проаналізуйте побудований вами графік і відповідну таблицю для вашої руки в умовах, коли вона була герметизована пластиковим пакетом, і обговоріть такі запитання:

1. Якою була початкова температура?
2. Якою була кінцева температура?
3. Що сталося з температурою? (*знизилася/залишилася такою ж*)
4. Що відчувала ваша рука, коли її герметизували в пакет? Що утворилося на вашій шкірі?
5. Звідки взялася вода на руці та в пакеті?
6. Що сталося з температурою, коли пакет зняли з руки?
7. Що сталося з краплями поту?

Висновок. Підсумуйте вплив поту на температуру тіла.

Отже, проведення біологічних експериментів із використанням цифрового вимірювального обладнання значно підвищує ефективність уроків та позакласної діяльності з біології. Цифрові лабораторії, зокрема комплекс Vernier, забезпечують високу точність вимірювань і дають змогу проводити як короткі, так і довготривалі дослідження в безпечних та доступних умовах. Залучення учнів до практичної дослідницької діяльності формує в них наукове мислення, уміння аналізувати дані та доходити обґрунтованих висновків. Представлені в роботі експерименти демонструють, що цифрові технології допомагають глибше зрозуміти фізіологічні процеси та явища, які вивчаються на уроках біології. Використання таких інструментів також підсилює міждисциплінарні зв'язки з математикою, фізикою та хімією. Окрім того, цифрове обладнання робить навчання більш наочним, а також спрямованим на формування ключових компетентностей STEM-освіти.

Використані літературні джерела

1. Біологія: довідник для абітурієнтів та школярів / С. І. Дерій, Л. М. Ілюха, М. В. Картель, В. С. Лизогуб, Л. І. Прокопенко, О. А. Спрагійло. Київ: Літера, 2015. 672 с.

2. Шаповалов Є. Б. Посібник по використанню цифрових лабораторій для проведення біологічних робіт: навч. посіб. Київ, 2016. 143 с. URL: <https://www.bmstechno.ua/assets/images/all/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%20%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8%20%D0%B7%20%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97.pdf>

<https://www.bmstechno.ua/assets/images/all/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%20%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8%20%D0%B7%20%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97.pdf>

3. Цифрова лабораторія PASCO. URL: <https://b2b-solutions.com.ua/pasco/?srsltid=AfmBOoqk5Y27vNV2YZkI9eHIWMFrvGP4Nc5w2dcohPbZJ4f4Dnft6Mgl>

4. Цифрова лабораторія Vernier. URL: <https://youtu.be/nXZtP6jQXw8>

5. Давидюк Н. STEM-освіта: сучасні підходи та перспективи впровадження. *Завуч*. 2016. № 11. С. 4–7.

References

1. Derii, S. I., Iliukha, L. M., Kartel, M. V., Lyzohub, V. S., Prokopenko, L. I., & Sprahiiilo, O. A. (2015). *Biolohiia: dovidnyk dlia abiturientiv ta shkoliariv* [Biology: Handbook for applicants and school students]. Kyiv, 672 p. [in Ukrainian].

2. Shapovalov, Ye. B. (2016). *Posibnyk po vykorystanniu tsyfrovyykh laboratorii dlia provedennia biolohichnykh robit* [Manual on the use of digital laboratories for biological work: study guide]. Kyiv, 143 p. Retrieved from: <https://www.bmstechno.ua/assets/images/all/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%20%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8%20%D0%B7%20%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97.pdf> [in Ukrainian].

3. Tsyfrova laboratorii PASCO [PASCO digital laboratory]. Retrieved from: <https://b2b-solutions.com.ua/pasco/?srsltid=AfmBOoqk5Y27vNV2YZkI9eHIWMFrvGP4Nc5w2dcohPbZJ4f4Dnft6Mgl> [in Ukrainian].

4. Tsyfrova laboratorii Vernier [Vernier digital laboratory]. Retrieved from: <https://youtu.be/nXZtP6jQXw8> [in Ukrainian].

5. Davydiuk, N. (2016). STEM-osvita: suchasni pidkhody ta perspektyvy vprovadzhennia [STEM-education: modern approaches and perspectives of implementation]. *Zavuch – Deputy Principal*, 11, 4-7. [in Ukrainian].

Baranovska Olena, Teacher of the Highest Qualification Category, Biology Teacher, Berezivskyy Lyceum, Berezivska Village Council, Sarny District, Rivne Region, Ukraine

Kravchenia Tetiana, Teacher of the Highest Qualification Category, Biology Teacher, Berezivskyy Lyceum, Berezivska Village Council, Sarny District, Rivne Region, Ukraine

CONDUCTING BIOLOGICAL EXPERIMENTS DURING LESSONS AND EXTRACURRICULAR BIOLOGY CLASSES USING DIGITAL MEASURING

Summary.

The article examines the pedagogical value and methodological specifics of conducting biological experiments during regular lessons and extracurricular activities using modern digital measuring equipment. It emphasizes that engaging students in hands-on experimentation significantly increases their interest in the biological sciences, fosters critical and systematic scientific thinking, and strengthens analytical and synthetic skills. Such activities also promote interdisciplinary integration, particularly with mathematics, chemistry, and physics. Special attention is given to the teacher's role in selecting research topics, guiding students in planning and conducting experiments, and ensuring methodological accuracy and safety.

The study highlights the advantages of digital measuring laboratories, with a particular focus on the Vernier system as a compact, mobile, and user-friendly tool that enables precise real-time data collection. Through the use of digital sensors and data loggers, students can carry out scientifically meaningful investigations that would otherwise be difficult to organize under typical classroom conditions. Examples of experiments presented in the article include measuring blood pressure at rest and during physical activity, studying the process of milk souring, and examining the physiological mechanism of sweating.

Overall, the integration of digital measurement technologies into biology education expands the possibilities for school-based research, enhances students' motivation, and supports the development of essential STEM-competencies, preparing learners for further scientific inquiry and technological innovation.

Keywords: digital measuring equipment; biology education; Vernier laboratory; STEM competencies; classroom experiments; data logging.

Прийнято 30 вересня 2025 року. Затверджено 28 листопада 2025 року