

К. М. Зикова, Г. О. Шишкін¹

Бердянський державний педагогічний університет

e-mail: klava.zykova@rambler.ru, ur3qugs@gmail.com; ORCID: 0000-0003-2617-6699¹**ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРИ ВИВЧЕННІ ГАЗОВИХ ЗАКОНІВ
З ВИКОРИСТАННЯМ ІКТ**

У статті розглядається актуальна проблема формування міцних, довготривалих знань учнів на основі моделювання явищ і процесів що вивчаються. Описана методика побудови моделей при вивченні газових законів із застосуванням експериментальних методів пізнання. При проведенні навчального експерименту було використано цифровий вимірювальний комплекс LabQuest-2 з комплектом цифрових сенсорів Vernier. Звертається увага на те, що застосування сенсорів для вимірювання фізичних величин спільно з персональним комп'ютером та відповідним програмним забезпеченням значно підвищують наочність вивчення нового матеріалу. Комплексне використання наявних у кабінеті фізики приладів, цифрових сенсорів та персонального комп'ютера дозволяють в динаміці простежити залежності між фізичними величинами, будувати та аналізувати різні види навчальних моделей. За результатами аналізу проведеного педагогічного дослідження було зроблено висновки, що побудова фізичних, графічних, математичних моделей явищ що вивчаються із застосуванням вимірювального комплексу підвищує міцність і якість знань учнів.

Ключові слова: фізичні моделі, навчальний експеримент, газові закони, фізичний процес.

Науково-технічний прогрес є невід'ємною частиною людського життя. В сучасному освітньому процесі з фізики все більше використовують складні прилади і гаджети. Це вимагає від учнів гнучкості мислення, швидкої адаптації до нових умов, творчого підходу до вирішення виникаючих проблем. На сьогоднішній день актуальною проблемою освітнього процесу з фізики є розробка методики застосування на уроці різних засобів навчального фізичного експерименту. Дослідженням проблем розвитку сучасної системи фізичної освіти в Україні та роллю фронтального фізичного експерименту формуванні міцних знань займалися А. Павленко, В. Лисак, С. Жмурський [5].

Проведені нами дослідження показали, що ефективним засобом формування в учнів предметної компетентності в освітньому процесі з фізики є використання фізичних моделей, які можливо формувати при проведенні навчального фізичного експерименту з використанням ІКТ [1].

У сучасній науці більшість досліджень пов'язана з використанням комп'ютерних технологій. У зв'язку з цим набуває особливої актуальності проблема розробки методики формування фізичних моделей явищ що вивчаються за допомогою ПК. Сучасна методологія математичного і комп'ютерного моделювання ґрунтується на роботах В. Глушкова, Б. Гнеденка, А. Колмогорова, О. Самарського, А. Тихонова та інших. У дослідженнях Ю. Коварського, В. Паламарчука, В. Попковича, М. Солодухіна, Я. Пановка визначена специфіка моделювання як теоретичного методу і прийому навчання, розкрито функції, роль та місце моделювання в навчальному процесі.

Значну увагу використанню комп'ютерного інтерфейсу LabQuest і програмного забезпечення LabQuest App приділено С. Лозовенко в практикумі «Лабораторний практикум з фізики із застосуванням цифрової лабораторії Vernier». У посібнику викладена інноваційна методика самостійного проведення учнями лабораторних робіт, а також методичний матеріал на допомогу вчителю фізики, що працює з цифровою лабораторією Vernier [4].

Також заслуговує на увагу «Фізичний практикум з використанням датчиків Vernier і техноло-

гій National instruments», розроблений А. Чігановим, С. Бортновський, С. Латинцевим, Н. Прокоп. У представленому фізичному практикумі розглядається сучасний варіант постановки і проведення навчального фізичного експерименту. Практикум передбачає використання комп'ютера як засобу обробки і візуалізації експериментальних даних. Застосування системи сенсорів для вимірювання фізичних величин при проведенні експерименту та системи збору даних дозволяють перетворити результати вимірювання аналогових або цифрових сигналів в узгоджений з комп'ютером формат даних. Методичні рекомендації до проведення робіт практикуму даються в двох видах апаратного (LabQuest mini + Logger Pro) і програмного виконання (SensorDAQ + LabVIEW), які мають більш широкі можливості для проведення експерименту [6].

Мета статті полягає у розкритті особливостей формування моделей фізичних процесів на основі навчального експерименту із застосуванням вимірювального комплексу та персонального комп'ютера.

Нами було проведено аналіз стану дослідження проблеми формування в учнів базових знань на основі фізичних моделей. Виділені основні типи моделей фізичного явища: евристичні, математичні та мисленево-наочні. Евристичною моделлю є якісний рівень пояснення учнями фізичних явищ, що вивчаються. Математична модель – вміння учнів уявляти фізичні процеси у вигляді математичних та формально-логічних виразах. Мисленево-наочна модель, що наявна у процесі пізнання, коли в свідомості учня формується модель на основі явища яке він спостерігає та може її описати математичним виразом [2].

При формуванні моделей ми пропонуємо такі рівні сформованості моделей для учнів різних профілей навчання: уявна, комп'ютерна, фізична понятійна, математична, практико-орієнтована. Кожна з цих моделей містить підмоделі, що створюють їх [1]. Спираючись на результати наших досліджень можна зробити висновок про те, що впровадження в освітній процес запропонованих нами типів моделей, які формуються в учнів при вивченні фізики в старших класах, зумовлює краще засвоєння базових фундаментальних знань, формування предметної компетентності [1].

Наші дослідження показали, що застосування модельного підходу при вивченні фізики в закладах середньої освіти також позитивно впливають на формування в учнів старшої школи наукового світогляду [3]. Вибір типів моделей зумовлюється індивідуальними особливостями учнів та профілем класу.

Для проведення експериментального дослідження газових законів ми використовували сенсори температури та тиску комплексу для демонстраційного експерименту з фізики – Американська Цифрова лабораторія AFS (Vernier). Лабораторія має понад 60 сенсорів для вимірювання різних фізичних параметрів та характеристик фізичних об'єктів. LabQuest-2 – спеціалізований, багатопрофільний пристрій має ряд цікавих функцій, які дозволяють не тільки проводити вимірювання і збирати експериментальні дані, але й обмінюватися ними між учителем і учнями завдяки вбудованому модулю бездротового зв'язку Wi-Fi та Bluetooth.

Як показали результати наших досліджень, найбільш привабливими для учнів джерелами здобуття інформації є інтернет та сучасні цифрові технології [7]. Для підвищення інтересу учнів до експериментального вивчення газових законів, результати проведеного експерименту у вигляді таблиць і графіків через системи Wi-Fi і Bluetooth учні отримували на свої гаджети та монітор ПК.

Достатньо великий кольоровий сенсорний екран з високою роздільною здатністю дозволяє легко управляти пристроєм. LabQuest-2 оснащений акселерометром для визначення його положення в просторі і вибору оптимальної орієнтації екрану. Пристрій має високу швидкість відгуку, побудови графіків і таблиць. LabQuest-2 має вбудований модуль системи навігації GPS.

Найбільш функціональною програмою для обробки експериментів, на наш погляд, є програма Logger Pro. Дана програма дозволяє відображати отримані результати проведеного експерименту в табличній і графічній формах, що із задалегідь задається частотою вибірки. Графіки легко масштабуються та на них можуть бути виділені окремі фрагменти, які представляють певний інтерес для аналізу. Для виділених фрагментів графіків може бути проведена апроксимація і обрана найбільш зручна функція, яка описує процес в аналітичній формі.

Вимірювальний комплекс на основі LabQuest 2 з датчиками Vernier можна ефективно застосовувати при експериментальному дослідженні газових законів, побу-

дові уявних, графічних і математичних моделей ізотермічного, ізобарного та ізохорного процесів.

Для проведення дослідження ми використовували сенсори температури і тиску газу, скляну колбу, сполучні силіконові трубки, вентиль, склянки з гарячою і холодною водою, сильфон.

Ізотермічний процес. Для вивчення ізотермічного процесу та формування його моделей ми використовували установку зображену на *рисунок 1*.

Сильфон, за допомогою силіконової трубки з'єднували із сенсором тиску, який був підключено до вимірювального комплексу та ПК. Об'єм повітря зменшували з кроком на одну поділку, послідовно переміщуючи поршень. За результатами експерименту побудували графік залежності $p(V)$ (*рис. 2*). При проведенні експерименту необхідно врахувати, що об'єм повітря в сполученій силіконовій трубці становить 6 мл. Таким чином, порція повітря що досліджується має загальний об'єм, який складається з об'єму під поршнем в сильфоні і об'єму в силіконовій трубці.

Учні за допомогою програми Logger Pro отримують графік, що представлено на *рисунок 2*, та роблять висновок, що тиск та об'єм повітря обернено пропорційні при постійній температурі.

Враховуючи індивідуальні особливості та профіль класу учням пропонували за отриманим графіком побудувати математичну модель ізотермічного процесу. Аналізуючи графік учні роблять висновок що це рівняння гіперболи. З уроків математики учні вже

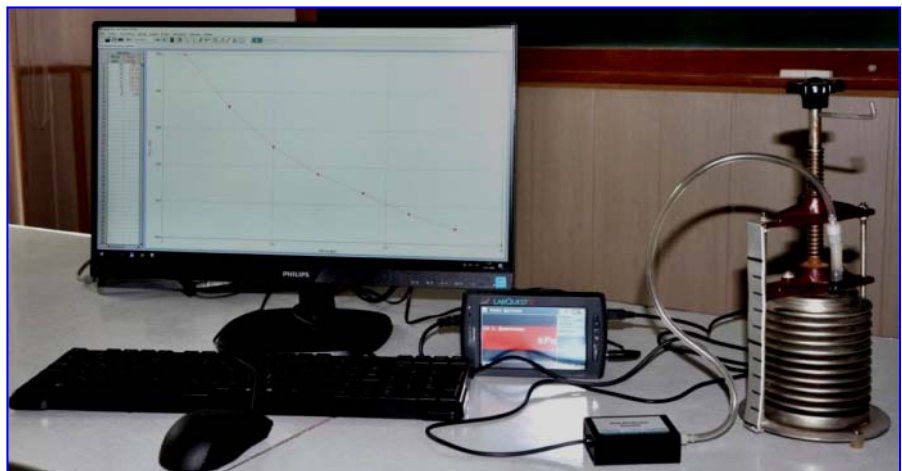


Рис. 1. Експериментальна установка для вивчення ізотермічного закону

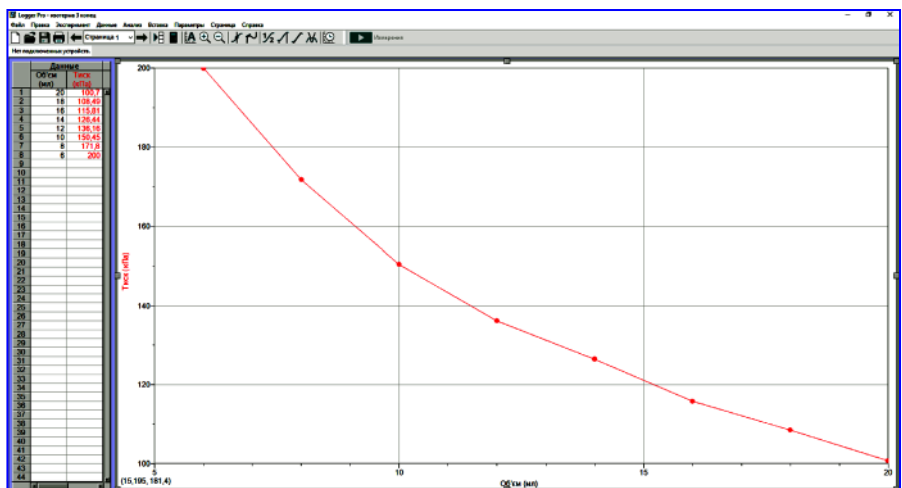


Рис. 2. Графік ізотермічного процесу

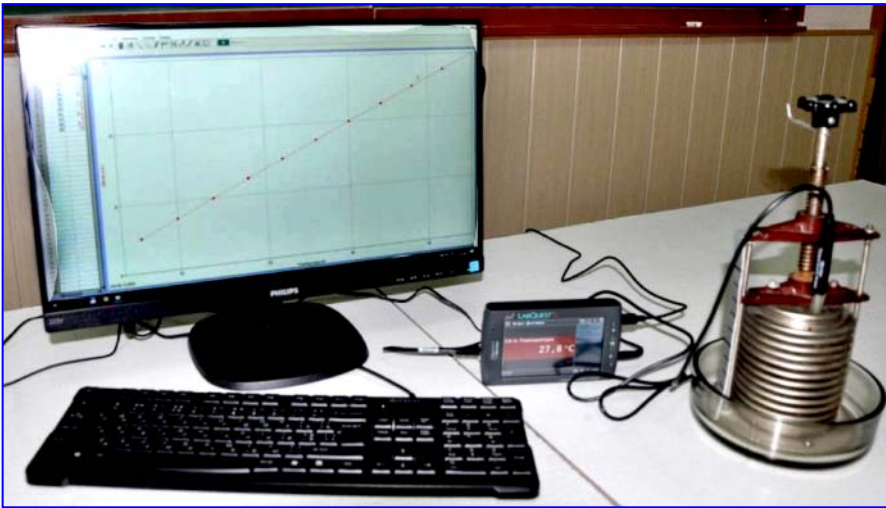


Рис. 3. Експериментальна установка для вивчення ізобарного процесу

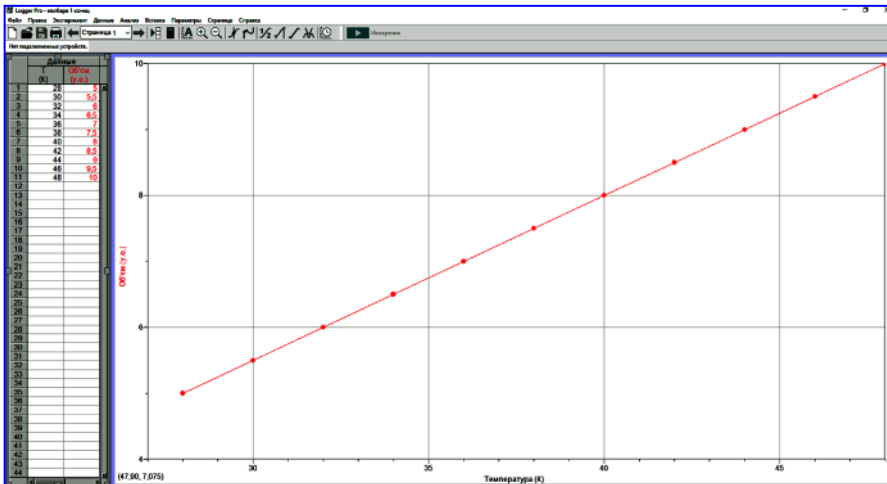


Рис. 4. Графік ізобарного процесу

знають, що рівняння гіперболи має вигляд $y = k/x$, де k – коефіцієнт (стала величина), що не дорівнює нулю.

З графіку та таблиці видно, що $y = p$, тобто тиск, а $x = V$ – об'єм. У нашому дослідженні сталою величиною є температура. Тобто, коефіцієнт k – це температура. З рівняння гіперболи маємо $y \cdot x = T$. Отже ізотермічне рівняння $pV = T$, тому залежність має вигляд $p_1V_1 = p_2V_2 = \dots = p_nV_n$ або $pV = const$.

Ізобарний процес. Для дослідження ізобарного процесу в сильфоні було розміщено сенсори тиску та температури, які підключені до вимірювального блоку та ПК (рис. 3).

У даному експерименті досліджували залежність об'єму повітря від температури при постійному (атмосферному) тиску. Оскільки об'єм сильфону пропорційний його висоті ($V = Sl$), то зміна об'єму також буде пропорційною зміні висоти стовпа повітря в сильфоні ($\Delta V = S\Delta l$).

Сильфон занурюють в склянку з гарячою водою і на екрані монітора стежать за тиском повітря. Зміною об'єму сильфону підтримують стаке значення тиску. Величну об'єму, в умовних одиницях, визначають за шкалою сильфону і заносять в таблицю. Дослід повторюють при зануренні сильфону в воду кімнатної температури, а потім – холодну.

Учням пропонували результати вимірювань занести у таблицю. ПК буде графік залежності $l(T)$, який буде аналогічний графіку $V(T)$ (рис. 4). Тобто графі-

ком залежності буде пряма лінія. Учні роблять висновок, що об'єм та температура мають прямо пропорційну залежність.

Учням пропонували за експериментальним графіком побудувати математичну модель ізобарного процесу. З математики учні знають, що рівняння прямої є $y = kx$, де k – коефіцієнт, що не дорівнює нулю. З графіку видно, що вдовж осі Oy відкладаємо об'єм ($y = V$), а вдовж осі Ox – температура ($x = T$). Коефіцієнт k є величиною сталою тобто це тиск. Отже математична модель процесу, що досліджували має вигляд $V/T = p$. Таким чином рівняння ізобарного процесу має вигляд $V_1/T_1 = V_2/T_2$.

Ізохорний процес. Для дослідження ізохорного процесу збираємо установку зображену на рисунку 5. У склянку колбу, закрити гумовою пробкою через отвори в пробці щільно вставлені сенсор температури і силіконова трубка, поєднана з сенсором тиску. Сенсори підключені до вимірювального блоку, який, в свою чергу, підключений до ПК. Колбу поміщають в посудину з холодною водою і воду нагрівають за допомогою лабораторної електроплити або нагрівального елемента.

При зростанні температури та тиску, на екрані монітора комп'ютера можна спостерігати чисельну зміну цих величин і одночасно динаміку зміни у вигляді графіка (рис. 6). Як показують наші дослідження, такий динамічний процес при проведенні експерименту грає важливу роль у формуванні якісної, образної моделі процесу що досліджується.

Учні, на основі аналізу графіку залежності $p(T)$ (рис. 6) роблять висновок, що тиск та температура мають прямо пропорційну залежність.

Пропонуємо учням щодо отриманого графіку прямої побудувати математичну модель ізохорного процесу. Як і у ізобарному процесі графіком є пряма лінія, рівняння якої $y = kx$, де k – коефіцієнт, що не дорівнює нулю. З графіку видно, що $y = p$, тобто тиск, а $x = T$ – температура. Коефіцієнт k є величиною сталою, тобто це об'єм. Отже ізохорне рівняння $p/T = V$, тому залежність має вигляд $p_1/T_1 = p_2/T_2$.

Запропонована методика експериментального дослідження газових законів із застосуванням вимірювального комплексу суміжно з персональним комп'ютером значно підвищує рівень засвоєння знань учнями. Сприяє формуванню науково-дослідницької діяльності учнів при вивченні фізики. Дослідження показало, що побудова фізичних, графічних, математичних моделей явищ що вивчаються із застосуванням вимірювального комплексу підвищує довготривалість та міцність знань учнів.

Подальших досліджень потребує вдосконалення методики вивчення термодинаміки за допомогою LabQuest 2 з датчиками Vernier для формування моделей явищ та процесів що вивчаються.

Список використаних джерел:

1. Зикова К.М. Фізичні моделі у формування предметної компетентності. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна* / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільській : Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, 2019. Вип. 25. С. 58-61.
2. Зикова К.М., Шишкін Г.О. Фізичні моделі та їх формування в системі профільного навчання. *Наукові записки. Кропивницький* : РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2017. Вип. 12. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч. 1. С. 67-73.
3. Зикова К.М., Шишкін Г.О. Аналіз формування наукового світогляду в учнів старшої школи при вивченні фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна* / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільській : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 60-62. DOI:10.32626/2307-4507.2018-24.60-62.
4. Лозовенко С.В. Лабораторний практикум по физике с применением цифровой лаборатории Vernier. Москва : ИЛЕКСА, 2018. 136 с.: ил.
5. Павленко А., Жмурський С., Лисак В. Нові можливості фронтального фізичного експерименту з використанням оптичних лінз. *Фізика та астрономія в школі*. 2002. № 2. С. 13-15.
6. Физический практикум с использованием датчиков Vernier и технологий National instruments / А.С. Чиганов, С.В. Бортновский, С.В. Латынцев, Н.В. Прокопьева ; Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева. Красноярск : КГПУ им. В.П. Астафьева, 2018. 86 с.
7. Шишкін Г.О., Зикова К.М. Аналіз джерел здобуття інформації учнями при вивченні фізики. *Наукові записки* / редкол.: В.Ф. Черкасов, В.В. Радул, Н.С. Савченко та ін. Кропивницький : РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2018. Вип. 168. Серія: Педагогічні науки. С. 292-294.



Рис. 5. Експериментальна установка для вивчення ізохорного процесу

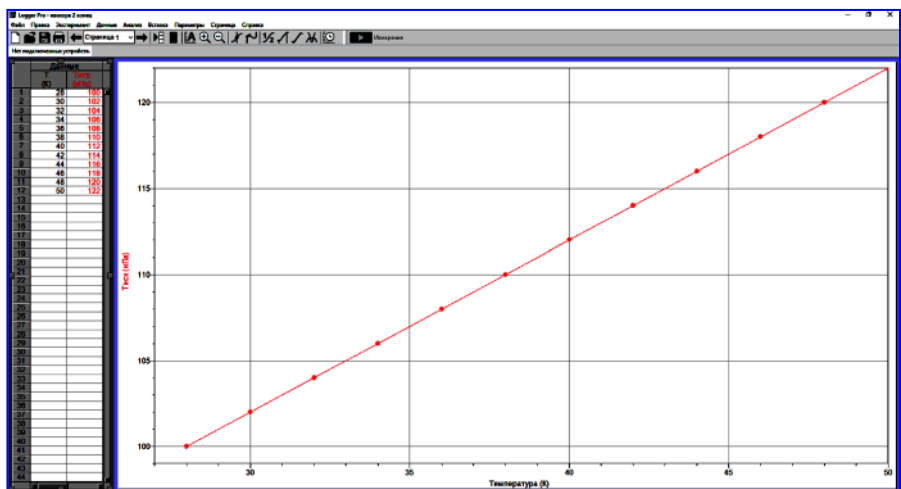


Рис. 6. Графік ізохорного процесу

K. M. Zykova, G. O. Shyshkin

Berdiansk State Pedagogical University

FORMATION OF SUBJECT COMPETENCE IN THE STUDY OF GAS LAWS USING ICT

The article deals with the actual problem of the formation of sound long-term knowledge of students on the basis of modelling the studied phenomena and processes. The method of constructing models in the study of gas laws using experimental methods of cognition was described in the article. During the training experiment, a digital measuring complex LabQuest-2 with a set of digital Vernier sensors was used. The article stresses the point that the use of sensors for measuring physical quantities with a personal computer and appropriate software increase the clarity of the study of new material very much. The complex use of instruments, digital sensors and a personal computer available in the physics classroom gives the opportunity to trace the relationships between physical quantities in dynamics, to build and analyzed various types of educational models. Based on the results of the carried out pedagogical research analysis, it was concluded that the construction of physical, graphic, mathematical models of the studied phenomena with the use of a measuring complex improves the quality of students' knowledge.

Key words: physical models, educational experiment, gas laws, physical process.

Отримано: 5.07.2020