

УДК 378

DOI: 10.36550/2415-7988-2019-1-183-14-18

ІВАНИЦЬКИЙ Олександр Іванович –
доктор педагогічних наук, професор
професор кафедри загальної математики
Запорізький національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8638-8450>
e-mail: ival01011958@gmail.com

РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Сучасні тенденції розвитку суспільства (євроінтеграційні процеси, зростання мобільності студентів, інформатизація та цифровізація суспільства тощо) ставлять все нові і нові вимоги до підготовки фахівців у закладах вищої освіти (ЗВО). Законом України «Про вищу освіту» передбачається, що у ЗВО здійснюється становлення конкурентоспроможного людського капіталу для високотехнологічного та інноваційного розвитку країни, самореалізації особистості, забезпечення потреб суспільства, ринку праці у кваліфікованих фахівцях.

У рамках компетентнісного підходу здійснюється створення Стандартів вищої освіти всіх галузей знань, відбулася розробка освітніх програм, які містять перелік компетентностей випускника та нормативний зміст підготовки здобувачів вищої освіти, сформульований у термінах результатів навчання [5].

Не так давно набув поширення термін «цифрова компетентність» [4; 8]. Впровадження його в Україні пов'язано з стрімким проникненням у всі сфери народного господарства інформаційно-цифрових технологій (ІЦТ) та затвердженням «Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки» [6].

Зазначені тенденції вимагають модернізувати зміст і структуру професійної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО з метою акцентування уваги на розвитку в них цифрової компетентності. Особливої ваги ця проблема набуває у процесі навчання фізики і технічних дисциплін, які не лише зазнають модернізації в умовах цифровізації, а й самі є основою для подальшого удосконалення цифрових технологій та засобів навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретико-методичні аспекти методики навчання фізики і технічних дисциплін у закладах вищої освіти досліджені у роботах П. Атаманчука, Ю. Бендеса, Л. Благодаренко, І. Богданова, В. Вовкотруба, О. Коновала, М. Літвінкової, О. Ляшенка, М. Мартинюка, О. Мартинюка, Н. Подопрігори, М. Садового, В. Сиротюка, В. Сергієнка, В. Шарко, М. Шута та ін.

Проблемою формування та розвитку цифрової компетентності займалися В. Биков, Л. Гаврілова, О. Гриценчук, Д. Денисов, І. Іванюк, О. Кравчина, М. Лещенко, І. Малицька, О. Овчарук, М. Садовий, Н. Сороко, Я. Топольник, О. Трифонова [1; 2; 3; 4; 8; 9] та ін.

Не дивлячись на досить велику кількість вчених, дослідження яких присвячені методиці навчання фізики і технічних дисциплін у закладах вищої освіти та формуванню і розвитку цифрової компетентності ми вважаємо за необхідне зосередити увагу на більш детальному дослідженні розвитку цифрової компетентності при навчанні фізики і технічних дисциплін, адже процес цифровізації є багатоаспектним і потребує ґрунтовного дослідження.

Мета статті: дослідити шляхи розвитку цифрової компетентності студентів у навчанні фізики та технічних дисциплін у закладах вищої освіти під час виконання навчального фізичного експерименту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно «Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки» [6] цифровізація потребує нових форм партнерства і співробітництва. У процесі її реалізації визначальними є вісім принципів (рис. 1).



Рис. 1. Принципи цифровізації

Як приклад формування цифрової компетентності суб'єктів навчання під час навчання фізики і технічних дисциплін ми пропонуємо розглянути використання цифрових вимірювальних приладів під час виконання лабораторної роботи з дослідження процесу і стану поверхневої енергії рідин.

Лабораторна робота: «Експериментальне дослідження енергії поверхні рідини з використанням системи «Кобра 3» [7].

Метою цієї роботи є отримання

експериментальних навичок із практичного визначення коефіцієнта поверхневого натягу води (як процесу) та інших рідин, їх розчинів; встановленні залежності коефіцієнта поверхневого натягу від концентрації розчинів та їх температури; дослідження поверхневого стану рідини; розвиток цифрової компетентності при роботі з сучасними вимірювальними приладами.

Для проведення лабораторної роботи використовується установка для визначення коефіцієнта поверхневого натягу води методом

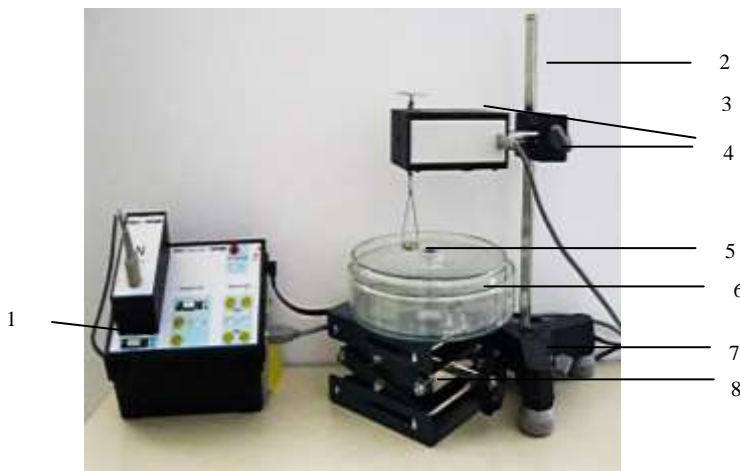


Рис. 2. Загальний вигляд установки для визначення коефіцієнта поверхневого натягу: 1 – система «Кобра 3», 2 – стрижень прямокутного перерізу довжиною 250 мм, 3 – датчик Ньютона, 4 – прямокутний затискач, 5 – кільце для визначення поверхневого натягу, 6 – скляна чашка Петрі діаметром 200 мм, 7 – тринога, 8 – лабораторна платформа розмірами 160x130 мм

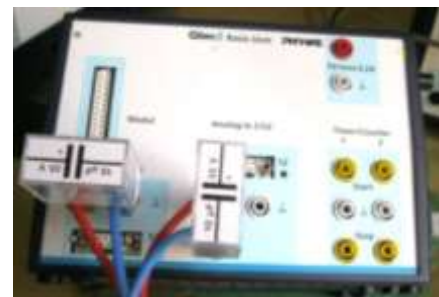


Рис. 3. Система «Кобра 3»

відриву кільця (рис. 2) та комп'ютерна вимірвальна система «Кобра 3» (рис. 3).

Тонкостінне кільце підвішується на гачку електронного датчика сили, який видає електричний сигнал пропорційний прикладеній силі. Кільце кріпиться таким чином, щоб його вісь обертання була вертикальною. Посудина з водою підводиться знизу до кільця, яке нерухомо висить на пружині, так, щоб кільце злегка торкалось поверхні води. В цьому випадку вода почне підніматись по стінках кільця, а кільце втягнеться всередину рідини на деяку невелику глибину [7]. Цей ефект помітний, коли розтягується пружина зі стрілкою у момент, коли кільце торкнеться поверхні води. Якщо після цього почнемо повільно опускати посудину з водою вниз, пружина буде поступово розтягуватись далі, аж поки кільце не почне відриватися від поверхні води. Має місце розрив поверхневої плівки з обох сторін контуру кільця.

Обчислення в лабораторній роботі за результатами дослідів здійснюються з допомогою новітніх цифрових інформаційно-комунікаційних технологій (виведення результатів на екран персональних комп'ютерів, побудова графіків різних залежностей тощо). Цю проблему успішно можна вирішити з допомогою системи «Кобра 3» (рис. 3). Електричний сигнал від датчика сили подається на один із аналогових входів електронного блоку системи «Кобра 3», а далі на комп'ютер. Хід виконання механічної частини роботи є традиційним. Особливість полягає у тому, що використовуємо блок «Кобра 3» та комп'ютер.

Сила поверхневого натягу, яка виникає, коли кільце витягуємо з рідини у формі електричних сигналів фіксується датчиком сили. Ці сигнали передаються через кабель на блок «Кобра 3». Остання видає на виході цифровий код, який відповідає прикладеній силі (рис. 2). Утворений код по кабелю передається на порт-USB комп'ютера. За допомогою комп'ютерної програми на екран монітору виводиться величина сили у заданий момент часу і графік залежності сили поверхневого натягу від часу (від початку виходу кільця з поверхні води до повного розриву кільця з поверхнею води).

Практична робота полягає у тому, що після настроювання установки необхідно відкрити програму і обрати параметри для вимірювання (рис. 4). Для цього вмикаємо блок «Кобра 3» (сигнальним є зелене свічення світлодіоду в правому верхньому куту). На комп'ютері (робочий стіл) знаходимо віконце у вигляді букви *m* з написом «Вимірювання». Двічі натискаємо ліву клавішу мишки. На екрані монітору висвічується діалогове вікно програми «Phywe measure 4». В меню (верхня частина вікна) знаходимо опцію «Прилад», підводимо курсор і натискаємо лівою клавішею «мишки».

У такий спосіб викликаються програми, які обробляють різні вимірювані дані приладами комплексу обладнання «PHYWE». Далі у меню знаходимо рядок «Сила/Тесла», підводимо курсор і натискаємо лівою клавішею мишки. На екрані

з'являється вікно для роботи з датчиком сили поверхневого натягу. Задасмо режими вимірювання: визначення сили поверхневого натягу; графік залежності сили від часу відриву кільця.

Для вибору режиму роботи у нижній частині вікна знаходимо клавішу «Далі» і натискаємо на ліву клавішу мишки. Замість настроєного вікна з'являється два: більше для значення сили поверхневого натягу (різниці сили тяжіння кільця та архімедової, яка діє на занурену частину кільця), а з підняттям кільця ще й сили поверхневого натягу; менше «Кобра 3» для запуску процесу визначення залежності сили від часу. Ці величини залишаються постійними з точністю до тисячних долей Ньютона.

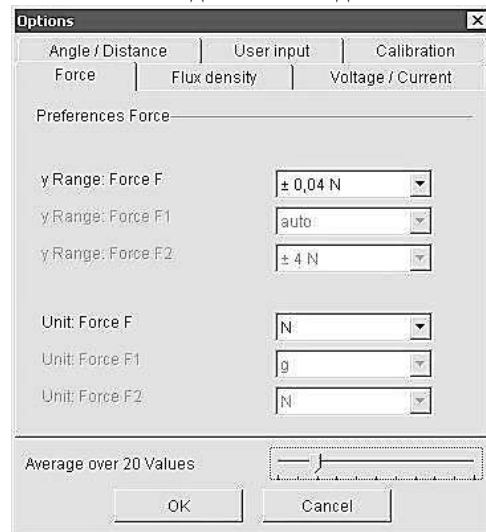


Рис. 4. Вікно налаштування параметрів для вимірювання сили

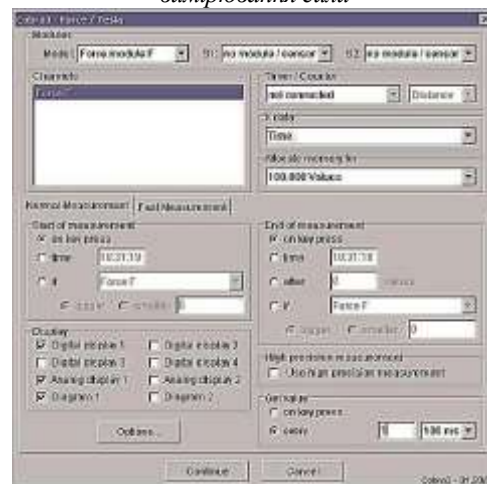


Рис. 5. Вікно налаштування параметрів вимірювання часу

Наступні дії спрямовані на визначення коефіцієнта поверхневого натягу. Спочатку обережно кільце повністю занурюємо у воду. Опускаємо підйомну платформу приладу. Для цього повертаємо гвинт до того часу, поки на кільці не розірветься водяна плівка. Повторюємо операцію опускання та витягування кільця із води декілька разів. Дані дослідів фіксуються на екрані. Тоді коефіцієнт поверхневого натягу $\sigma = 0,071 \text{ Н/м}$ для температури води у 17°C . Якщо підігріти воду, то коефіцієнт поверхневого натягу

зміниться. З ростом температури значення коефіцієнта поверхневого натягу буде зменшуватися (рис. 6).

Цікавим є дослідження моменту відривання кільця від води і спостереження цього на графіку (рис. 6). Для цього курсив підводимо до вікна «Кобра 3 – вимірювання» лівою клавішею «мишки» виділяємо «Початок вимірювання». У такий спосіб здійснюється запис залежності сили, що діє на кільце від часу.

Установка готова до роботи. Підводимо кільце до висоти 3–4 мм над поверхнею води. В ході зниження рівня води кільце «витягує» за собою поверхневу плівку. Опускання платформи здійснюємо впродовж 3–8 секунд.

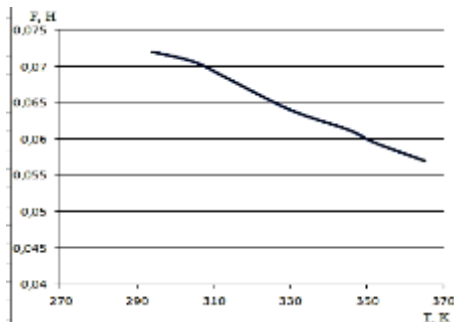


Рис. 6. Графік залежності поверхневого натягу від температури води

Після відриву кільця піднімаємо платформу поки кільце не зануриться на глибину 2-3 мм під воду. Дослід повторюємо 6-8 разів. Далі натискаємо на ліву клавішу мишки по вікні «Закінчити вимірювання» (у керуючому вікні «Кобра 3 – вимірювання»). Запис графіка завершено (рис. 7). Графік має вигляд з сильними флуктуаціями. Його можна «згладити». Для цього слід знайти віконці згладжування (між двома горизонтальними паралельними рисками хвиляста лінія) і натиснути на ліву клавішу мишки. Виникає вікно керування згладжуванням. Результати виконання роботи фіксуються на екрані персонального комп'ютера у вигляді графіку залежності сили поверхневого натягу від часу (рис. 7).

Обробка результатів вимірювання. Програмне забезпечення дозволяє здійснити виміри прикладених сил, використовуючи рухому лінію курсору (рис. 7). Для цього, розмістіть лінію курсору на середині значення сили поверхневого натягу кільця, яке не занурено в рідину, а іншу курсорну лінію – на точці відриву. Після проведення ряду вимірів отримуємо кілька різних точок відриву.

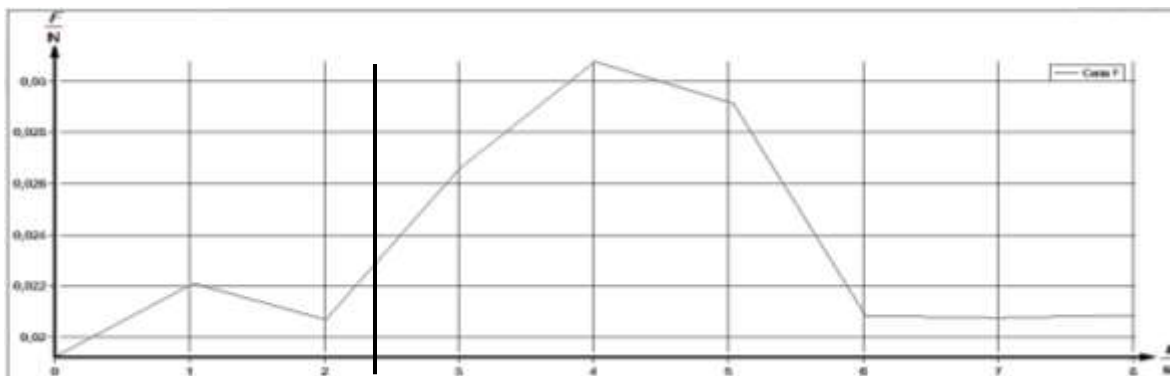


Рис. 7. Графік коливань кільця після розриву плівки

Отже, для розрахунку потрібно брати значення найменшого краю відриву. Можна легко визначити максимум сили, що досягається перед відривом, яка змінює свою масу і форму при відриві кільця. Для кожного виміру дані заносимо у таблицю і обраховуємо коефіцієнт поверхневого натягу за формулою $\sigma = \frac{\Delta F}{2\pi d}$. Нижня частина графіка відповідає силі

зануреного у воду кільця $F_{занур.}$, а верхня відповідає силі відриву кільця від води $F_{відриву}$. Відповідно різниця цих сил рівна силі поверхневого натягу $\Delta F = F_{відриву} - F_{занур.}$. Таке значення необхідно визначити для всіх піків графіка. Результати вимірювань заносимо в таблицю наступної форми:

№	$F_{занур.}$, Н	$F_{відриву}$, Н	ΔF , Н	σ , Н/м

Висновки та перспективи подальших розвідок напряму. Цифрове обладнання, застосування якого ми розглянули вище, дає можливість безпосередньо вивчати натуральні об'єкти, розвивати практичні уміння і навички, здібності до самостійної роботи, цифрову компетентності. Таким чином, забезпечується

практична спрямованість навчання, підвищення мотивації, формуються навички навчально-дослідницької діяльності, розвиваються фахова та предметна компетентності майбутніх фахівців з вищою освітою. Перспективи подальших пошуків пов'язані з окресленням шляхів розвитку цифрової компетентності не лише під час навчального

експерименту, а й в інших видах освітньої діяльності.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю. Цифрова гуманістична педагогіка відкритої освіти / В. Ю. Биков, М. Лещенко // Теорія і практика управління соціальними системами. – 2016. – № 4. – С. 115–130. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss_2016_4_13 (дата звернення: 01.04.2019).
2. Гаврілова Л.Г., Топольник Я.В. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени / Л.Г. Гаврілова, Я.В. Топольник // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – № 5 – т. 61. – С. 1–14.
3. Денисов Д.В. От цифровой грамотности к цифровой компетентности / Д.В. Денисов // Педагогические и социологические аспекты образования : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 24 апр. 2018 г. – Чебоксары: ИД «Среда», 2018. – С. 38–41.
4. Європейський досвід розвитку цифрової компетентності вчителя в контексті сучасних освітніх реформ / О. О. Гриценчук, І. В. Іванюк, О. Є. Кравчина, І. Д. Малицька, О. В. Овчарук, Н. В. Сороко. // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2018. – № 3 – т. 65 – С. 316–336.
5. Іваницький О.І. Формування фахових компетентностей майбутніх учителів фізики в процесі самостійної роботи / О.І. Іваницький // Вісник Запорізького національного університету. Педагогічні науки – 2018. – № 1 (30). – С. 107–113. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vznu_ped_2018_1_21 (дата звернення: 09.10.2019).
6. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80/ed20180117#n23> (дата звернення: 27.09.2019).
7. Слюсаренко В.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «PHYWE»: посібн. для вчителів фізики, учнів шкіл, наук.-пед. прац. та студ. фіз.-мат. фак. вищ. пед. навч. закл. / В.В. Слюсаренко, М.І. Садовий; за ред. М.І. Садового. Кіровоград: ПП «Халецький», 2013. – 4 с.
8. Трифонова О.М. Інформаційно-цифрова компетентність: зарубіжний та вітчизняний досвід / О.М. Трифонова // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки – Кропивницький, 2018. – Вип. 173, ч. II. – С. 221–225.
9. Sadovyi Mykola. Digitization of the experiment in natural sciences as a means of information and digital competence formation of specialists in professional education. // Modern Technologies in the Education System: monograph. – Katowice: Katowice School of Technology, 2019. – P. 203-210.

REFERENCES

1. Bykov, V.YU., Leshchenko, M. (2016). *Tsyfrova humanistychna pedahohika vidkrytoi osvity* [Digital humanistic pedagogy of open education]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss_2016_4_13 (accessed on: 01/04/2019)
2. Havrilova, L.H., Topolnyk, YA.V. (2017). *Tsyfrova kultura, tsyfrova hramotnist, tsyfrova kompetentnist yak suchasni osvichni fenomeny* [Digital culture, digital literacy, digital competence as modern educational phenomena].

3. Denisov, D.V. (2018). *От tsifrovoy gramotnosti k tsifrovoy kompetentnosti* [From digital literacy to digital competency]. Cheboksary.
4. Hrytsenchuk, O.O., Ivanyuk, I.V., Kravchyna, O.YE., Malyska, I.D., Ovcharuk, O.V., Soroko, N.V. (2018). *Yevropeysky dosvid rozvytku tsyfrovoyi kompetentnosti vchytelya v konteksti suchasnykh osvitynykh reform* [European experience in the development of digital competence of teachers in the context of contemporary educational reforms].
5. Ivanytskyi, O.I. (2018) *Formuvannya fakhovykh kompetentnostey maybutnikh uchyteliv fizyky v protsesi samostiynoi roboty* [Formation of professional competences of future physics teachers in the process of independent work]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vznu_ped_2018_1_21 (accessed on: 09/10/2019)
6. *Kontseptsiya rozvytku tsyfrovoyi ekonomiky ta suspilstva Ukrainy na 2018 – 2020 roky* (2018) [The Concept of Development of the Digital Economy and Society of Ukraine for 2018 – 2020]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80/ed20180117#n23> (accessed on: 27/09/2019)
7. Slyusarenko, V.V., Sadovyi, M.I. (2013). *Metodychni rekomendatsiyi do vykonannya laboratornykh robiztoptyky, termodynamiky ta atomnoyi fizyky iz novitnim obladnanniam «PHYWE»* [Guidelines for performing laboratory work in optics, thermodynamics and atomic physics with the latest equipment «PHYWE»]. Kirovohrad.
8. Tryfonova, O.M. (2018). *Informatsiyno-tsyfrova kompetentnist: zarubizhnyi tavitchyznyanyi dosvid* [Information and Digital Competence: foreign and domestic experience].
9. Sadovyi Mykola. (2019) Digitization of the experiment in natural sciences as a means of information and digital competence formation of specialists in professional education. Katowice.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ІВАНИЦЬКИЙ Олександр Іванович – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри загальної математики, Запорізький національний університет.
Наукові інтереси: теорія та методика навчання фізики і технічних дисциплін.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

IVANYTSKYI Oleksandr Ivanovych – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of Department of General Mathematics, Zaporizhzhya National University.
Circle of research interests: theory and methodology of teaching of physics and labor training.

Стаття надійшла до редакції 22.11.2019 р.